

628.43
SIR
S a



**STUDI SISTIM OPERASI DAN PEMELIHARAAN
(O&P)
INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL)
(STUDI KASUS IPAL BOJONGSOANG)
KOTA BANDUNG**

TESIS

Disusun Dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Program Magister Teknik Sipil

Oleh

SOHUTURON SIREGAR

NIM: L4A002148

**PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2004**

**STUDI SISTIM OPERASI DAN PEMELIHARAAN
(O&P)
INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL)
(STUDI KASUS IPAL BOJONGSOANG)
KOTA BANDUNG**

**Disusun Oleh
SOHUTURON SIREGAR
NIM: L4A002148**

Dipertahankan di depan tim Penguji pada tanggal :

4 September 2004

**Tesis ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk
Memperoleh gelar Magister Teknik Sipil**

Tim Penguji :

1. Ketua : Ir. Pranoto, SA, Dipl. HE, MT
2. Sekretaris : Ika Bagus, ST, M. Eng
3. Anggota 1 : Dr. Ir. Suripin, M. Eng
4. Anggota 2 : Ir. Syafrudin, CES, MT
5. Anggota 3 : Ir. Nasrullah, MS

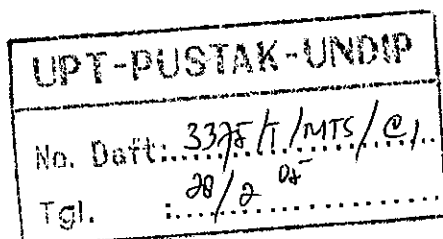
.....
.....
.....
.....
.....

Semarang, 2004

**Universitas Diponegoro
Program Pascasarjana
Magister Teknik Sipil
Ketua**



**Dr. Ir. Suripin, M.Eng
NIP. 131 668 511**



INTISARI

Betapa banyak bangunan-bangunan yang dibangun dengan biaya cukup besar namun kondisinya memprihatinkan sebelum umur (time life) teknis infrastruktur tersebut tercapai. Fungsinya menurun drastis, atau bahkan bangunan menjadi terbengkalai dari menjadi monumen.

Biaya Operasi & Pemeliharaan (O & P) sebelumnya sudah termasuk dalam perhitungan kelayakan proyek. Namun dalam perjalannya apa yang sudah diprogramkan tidak direalisasi sesuai dengan rencana.

Kegiatan Operasi dan Pemeliharaan (O & P) merupakan dua (2) kegiatan yang berbeda namun tidak dapat saling dipisahkan karena saling pengaruh-mempengaruhi satu dan lainnya (Suripin, 2003).

Pemakaian air menyebabkan degradasi kualitas air, oleh karena itu air limbah domestik perlu diolah sebelum di buang ke badan air penerima. Hal ini diproses di sistim Operasi dan Pemeliharaan, agar menghindari dampak negatif seperti penyebaran water borne disease, pencemaran air tanah dan sumber air baku serta meningkatkan kesehatan masyarakat.

IPAL Bojongsoang berfungsi untuk pengolahan air buangan domestik Wilayah Timur Kota Bandung.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi kineja IPAL, terutama pada kolam pengolahan air limbah.

Dalam penelitian ini didapat bahwa pada kolam anaerobik terjadi sedimentasi lumpur dengan ketinggian rata-rata 0,94m - 1 m jadi sudah melebihi ketinggian yang dijinkan yaitu ,25-0,50m serta pada kolam fakultatif dan maturasi ada kebocoran masalah ini menimbulkan bahwa proses stabilisasi tidak bekerja efektif sesuai dengan standard baku mutu yang dikeluarkan Gubernur Jawa Barat dengan SK: No. : 39 tahun 2000 demikian juga dengan standard baku mutu air limbah serta peraturan pemerintah PP No. 82 tahun 2001,

Hasil analisa laboratorium PDAM Bandung menunjukkan bahwa analisis data tahun 2003 dimana BOD Inlet = 214,55 mg/l di outlet 53,39 mg/l; COD di inlet = 256 mg/l ; di outlet = 65,12 mg/l; fecalcoli di Inlet = 28.10^9 mpn /100 ml, di outlet = $10. 10^3$ mpn/100ml.

Berdasarkan hasil analisa laboratorium Fakultas Teknik Lingkungan ITB untuk analisis data kualitas air yang diambil untuk sampel air limbah tgl. 07 Juli 2004 hasilnya tidak menunjukkan sesuai dengan standard baku mutu: seperti BOD di inlet = 139,50 mg/l di outlet = 65,5 mg/l; COD di inlet = 139,50 mg/l di outlet = 108,79 mg/l; fecalcoli di inlet = 7.10^8 dan di outiet 43.10^5 mpn/l 00 ml.

ABSTRACT

There are so many high cost buildings which this function after life time is finished. The function has drastically decreased or, even worse, the buildings have turned into poorly neglected and become monuments.

This happens not only to the water-buildings but also too, such other buildings, as offices in which are daily equipped.

The classic reason that often coming up to the limitation of budget/fund, since the fund-raising proposal for operation and maintenance seems hard to be approved. In terms of the development process, in which the project operation limit of time are included in the link, the operational and maintenance costs are indeed in the project budget.

However, in the course of the program covered by the foreign loan, it may be remain the same. Moreover, the loan is only aimed until the construction, while the operation and maintenance are of the local government's responsibility.

These operation and maintenance (O & M) are two different, but unseparable activities because they influence by one to (Suripin, 2003) to the other.

The use of water causes water quality degradation therefore, the waste water needs to be chemically treated before discharged to the receptor. This is completely aimed to avoid the negative impacts such as the water borne disease, water pollution and ground water resources.

This research is aimed to evaluate the efficiency of Waste Water Treatment Plan Bojongsoang particularly the reliability to the water treatment pool.

The installment of Bojongsoang water waste recycling has operated for 10 years and the only one of Waste Water Treatment Plan (IPAL) in Bandung.

The installment applies Mechanical & biological systems. This application may have a disturbance when one of the system does not run as it has too. Moreover, when the two systems does not operate well, the result should not be as effective and efficient as it is when the systems can working out well. The disturbance that may coming up is, for instance, a damage on electrical mechanical-units as on the bar screen screw pump.

Design pool for set B at Anaerobic pond got a sediment find concentrate with 0,94 m high average was over limited from 0,25 to 0,50m and got leaking at facultative pond and Maturation pond. Then problem makes stabilization process in pond can not working effectively and caused on relevant parameter design/criteria and government rules like government of West Java SK. No.: 34, 2000 also standardization quality of water pollution and government regulation No: 82, Year of 2001.

The result of analysis laboratory of PDAM Bandung and data analysis of the year 2003 showed which are : BOD inlet = 214,55 mg/l; outlet = 53,39 mg/l COD in inlet = 256 mg/l- outlet = 65,12 mg/l; Fecal coli in inlet = 28,109 mpn/100 ml; outlet = 10,103 mpn/100 ml.

Based on the result of analysis laboratory Environment faculty of Tech ITB for water sample oxidation ditch has taken July 7, 2004 is not to fulfill of standardization quality an government regulation, such as BOD inlet = 739,50 mg/l ; COD in inlet = 134,50 mg/l, outlet = 108,79 mg/l ; Fecal coli in inlet = 7.10^8 mpn/100 ml and outlet = 43.10^3 mpn/100 ml

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan Rahmat dan karunia-Nya sehingga tesis ini dengan judul Studi Sistem Operasi dan Pemeliharaan (O & P) Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Studi Kasus IPAL Bojongsoang kota Bandung.

Penyusunan Tesis ini dilakukan dalam rangka penyelesaian program S2 pada Program Studi Magister Teknik Sipil Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan penghargaan dan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada beberapa pihak yang telah memberikan kontribusi dalam rangka penyusunan tesis ini.

Ucapan terimakasih dan penghargaan yang tinggi peneliti sampaikan kepada YTH:

1. Bpk. Ir. Pranoto SA, Dipl. HE, M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang dengan sabar dan penuh perhatian memberikan bimbingan, arahan, masukan dan bantuannya selama penulis mengikuti study dan penyusunan tesis ini.
2. Bpk. Ika Bagus ST, M.Eng selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bantuan moril, bimbingan, dan petunjuk-petunjuk yang sangat berharga.
3. Bpk. Ir. Suripin M.Eng selaku Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil dan Dosen Pembahas yang berkenan memberikan arahan, masukan dan bantuannya selama studi dan penyusunan tesis ini
4. Bpk. Ir. Syafrudin, CES, MT. selaku Dosen Pembahas yang berkenan memberikan arahan, masukan, dan bantuannya selama studi dan penyusunan tesis ini
5. Bpk. Ir. Nasrullah, MS. selaku Dosen pembahas yang berkenan memberikan arahan, masukan dan bantuannya selama studi dan penyusunan tesis ini
6. Seluruh Dosen Program Magister Teknik Sipil, Pimpinan program Pascasarjana dan Pimpinan Universitas Diponegoro Semarang yang telah memberikan arahan, izin, dan bantuan secara langsung maupun tidak langsung selama studi.
7. Bpk. Direktur Utama PDAM Kota Bandung beserta Direktur Air Kotor PDAM Kota Bandung, Pimpinan Bagian yang telah memberikan data-data, masukan dan arahnya

8. Ibu Dra. Betty selaku pimpinan Instalasi Pengolahan Air Limbah Bojongsoang Bandungyang telah banyak memberikan fasilitas maupun data tambahan yang sangat diperlukan untuk penyusunan tesis ini.
9. Seluruh Staff, Sekretariat Program Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana yang telah banyak membantu dan perhatian selama studi hingga selesainya tesis ini.
10. Kawan-kawan dan sahabat mahasiswa Program Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Angkatan 2002 atas kerjasamanya dan bantuannya selama studi bersama.
11. Bapak Rektor, Pembantu Rektor I, Pembantu Rektor II, Dekan Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan dan Pimpinan Jurusan Teknik Bangunan Universitas Pendidikan Indonesia yang telah memberikan ijin serta bantuannya didalam penyelesaian studi di Program Magister Teknik Sipil Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang.
12. Ucapan terima kasih yang tak terhingga kami haturkan kepada rekan sejawat Drs. Zulkabir, Drs. As'ari Djohar, Mpd. yang dengan ketulusan hatinya telah membesarkan, memberikan bekal bimbingan serta dorongan yang tak ternilai harganya sehingga penulis mampu melanjutkan studi sampai tahap ini.

Khusus kepada istriku Dermauli.Simanjuntak, Adikku Drs. Robinson Siregar (A.Rosa), dan putra tunggal Deva Arnesto Manaek serta anak/menantu :Arnella,S. Pd. / S Purba, SE. AK. , Berlian, SH/ Tri Bayu Gunawan, SE. AK. , MM. , Citra Junika, S. Psi. Khususnya Cucuku Sintong Kristian Sardion Purba, David Bonardo Purba, Natissha Ulima Aji yang telah memberikan inspirasi bagi kakek untuk penyelesaian tesis ini. Terima kasih atas doa dan bantuan kalian semuanya baik secara moril maupun materil.

Semoga apa yang diberikan memperoleh balasan yang setinggi-tingginya dari Allah, Tuhan Yang Maha Esa. Akhirnya semoga tesis ini bermanfaat bagi siapapun yang membutuhkannya terutama bagi penulis sebagai bahan studi selanjutnya. Kritik, saran dan masukan selalu penulis harapkan dari semua pihak.

Bandung, Agustus 2004

Penulis,

SOHUTURON SIREGAR

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
INTISARI/ABSTRACT.....	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR LAMBANG, SATUAN DAN SINGKATAN.....	xiii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Bojongsoang.....	2
1.3. Lokasi Penelitian.....	3
1.4. Identifikasi Masalah Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Bojongsoang.....	5
1.5. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	6
1.5.1 Tujuan Penelitian.....	6
1.5.2 Manfaat Penelitian.....	6
1.6. Pembatasan Masalah.....	6
1.7. Perumusan Masalah.....	7
1.8. Sistematika Penulisan.....	7
 BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	 9
2.1. Jenis Pengolahan Air Limbah.....	9
2.1.1. Pengolahan Dengan Cara Fisika.....	9
2.1.2. Pengolahan Dengan Cara Kimia.....	10
2.1.3. Pengolahan Dengan Cara Biologi.....	10
2.1.4. Klasifikasi Berdasarkan Kriteria Dan Faktor Kinerja Pengolahan Pada 3 Tingkat.....	11
2.1.4.1. Pengolahan Primer.....	11
2.1.4.2. Pengolahan Sekunder.....	12
2.1.5. Penguraian Senyawa Organik Secara Biologis.....	13

2.1.6. Pengolahan Air Limbah Domestik Cara Biologis	15
BAB III DESKRIPSI WILAYAH STUDI	25
3.1. Kota Bandung	25
3.1.1. Fisik	25
3.1.2. Administrasi Dan Kependudukan.....	25
3.1.3. Perkembangan Kota.....	26
3.1.4. Sosial Ekonomi.....	27
3.1.5. Kondisi Sanitasi Lingkungan.....	27
BAB IV GAMBARAN UMUM OBYEK STUDI IPAL BOJONGSOANG	29
4.1. Umum.....	29
4.2. Aspek Fisik.....	29
4.2.1. Letak Geografis dan Batas-Batas Administrasi.....	29
4.2.2. Iklim dan Curah Hujan	29
4.2.3. Kondisi Topografi.....	30
4.2.4. Kondisi Geologi Permukaan dan Jenis Tanah.....	31
4.2.5. Kondisi Geohidrologi	31
4.3. Aspek Sosial Ekonomi	31
4.3.1. Umum.....	31
4.3.2. Kependudukan	31
4.3.3. Komposisi Penduduk Menurut Klasifikasi Usia, Mata Pencarian, Pendidikan dan Agama	31
4.4. Cakupan Pelayanan IPAL Bojongsoang	32
4.5. Komponen IPAL	33
4.6. Parameter Desain Instalasi Pengolahan Bojongsoang	34
4.7. Karakteristik Kolam Pengolahan	37
4.8. Standard Operation Prosedure (SOP). Unit Instalasi Pengolahan.....	39
4.9. Sistem Pengoperasian.....	41
4.10. Sistem Pemeliharaan	42
4.11. Acuan Petunjuk Operasional Sistem Mekanikal Elektrikal	42
BAB V METODOLOGI PENELITIAN	44
5.1. Metode Penelitian	44

5.2.	Variabel Penelitian.....	47
5.3.	Metode Pengumpulan Data.....	48
5.4.	Instrumen Pengumpul Data.....	48
5.5.	Populasi dan Sampel Penelitian	48
5.6.	Analisis Data.....	49
5.7.	Hipotesa	49

BAB VI KONDISI SAAT INI (EKSISTING) INSTALASI PENGOLAHAN AIR

LIMBAH BOJONGSOANG	51
6.1. Bar Screen.....	51
6.2. Sump Well (Sumur Pengumpul)	51
6.3. Pompa Ulir (Screw Pump)	51
6.4. Mechanical Bar Screen	51
6.5. Grit Chamber	52
6.6. Kolam Oksidasi (Oxidation Ditch)	52
6.6.1. Kolam Anaerobik	52
6.6.2. Kolam Fakultatif.....	52
6.6.3. Kolam Maturasi.....	52
6.7. Hasil Analisa	53
6.8. Kondisi Operasi & Pemeliharaan IPAL Bojongsoang Yang Ideal	55
6.8.1. Kegiatan M&E	55
6.8.2. Kegiatan Halaman dan Bangunan	56
6.8.3. Kegiatan Kolam Oksidasi	56
6.9. Biaya Operasi & Pemeliharaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Bojongsoang	56
6.10. Pengukuran Luas Kolam.....	57

BAB VII ANALISIS & PENGOLAHAN DATA HASIL ANALISA

KUALITAS AIR.....	60
7.1. Pengolahan Pendahuluan	60
7.2. Pengolahan Utama	61
7.3. Kondisi oPERASI Pemeliharaan & IPAL Bojongsoang Saat Ini	67
7.3.1. Kegiatan M&E.....	67
7.3.2. Keigatan Halaman dan Bangunan.....	67

7.3.3. Kegiatan Kolam Oksidasi	67
7.4. Kondisi Eksisting (saat ini) kolam & Desain Awal	69
BAB VIII EVALUASI KOLAM.....	70
8.1. Evaluasi Desain Parameter Kolam.....	70
8.1.1. Kolam Anaerobik.....	70
8.1.2. Kolam Fakultatif	71
8.1.3. Kolam Maturasi.....	72
8.2. Pemeriksaan Lumpur (Sedimentasi)	75
8.2.1. Dimensi Kolam Anerobik	75
8.2.2. Volume Kolam Anaerobik	76
8.2.3. Volume Lumpur	77
8.3. Evaluasi Analisa Kualitas Air	79
8.3.1. Syarat Baku Mutu PH : 6-9	80
8.3.2. Syarat Baku Mutu BOD	81
8.3.3 Syarat Baku Mutu Fecal Coli sesuai dengan standar baku mutu =10.000	81
8.4. Evaluasi Volume Kolam sesuai dengan desain parameter kapasitas = 80.835 m ² perhari.....	83
8.5. Hasil Penelitian	84
8.5.1. Komparasi Desain Kriteria & Parameter Desain	84
8.5.2. Evaluasi Komparasi Desain Parameter & Hasil Analisa Laboratorium.....	84
8.5.3. Pengecekan Lumpur (Sedimentasi) di Kolam Anaerobik	83
8.5.4. Evaluasi Kualitas Air	84
8.5.5. Evaluasi Volume Harian yang masuk ke Kolam	84
8.5.6. Evaluasi Kinerja Kolam	84
BAB IX KESIMPULAN DAN SARAN	86
9.1. Kesimpulan	86
9.2. Saran.....	86

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Kepadatan Penduduk	25
Tabel 3.2. Konsep Pengembangan Bandung Raya	26
Tabel 3.3. Kondisi Sanitasi Lingkungan	27
Tabel 3.4. Cakupan Pelayanan	28
Tabel 4.1. Keadaan Temperatur, Curah Hujan, Hari hujan, Lamanya Penyinaran Matahari dan Kelembaban Udara Kota Bandung	30
Tabel 4.2. Cakupan Pelayan	32
Tabel 4.3 Sistem Operasi dan Pemeliharaan	39
Tabel 4.4 Unit Mekanikal	40
Tabel 4.5 Unit Elektrikal	41
Tabel 4.6. Dimensi Kolam Pengolahan	42
Tabel 6.1 Kerusakan Unit-Unit Mekanikal Elektrikal	53
Tabel 6.2. Kerusakan/Masalah pada kolam pengolahan	53
Tabel 6.3 Laporan Hasil Uji Laboratorium	54
Tabel 6.4. Data Rata-Rata Kualitas Air Di Kolam Oksidasi Ipal Bojongsoang,2003 ...	55
Tabel 6.5. Volume Harian dari tanggal 1- 12 Juli 2004	59
Tabel 7.1. Data rata-rata Kualitas Air Dikolam Oksidasi IPAL Bojongsoang,2003	62
Tabel 7.2. Reduksi Parameter pada Kolam Instalasi Air Limbah, 2003	63
Tabel 7.3. Laporan Hasil Analisa Sampel Air Kolam Bojongsoang (8 Juli 2004)	64
Tabel 7.4. Paramter Desain Instalasi Pengolahan Air Kotor	65
Tabel 7.5. Data Kualitas air di kolam anaerobik	65
Tabel 7.6. Data kualitas air di kolam Fakultatif	66
Tabel 7.7. Data kualitas air di kolam Maturasi	66
Tabel 7.8 Kondisi Eksisting (saat ini) Kolam & Desain Awal	68
Tabel 8.1. Parameter Desain Instalasi Pengolahan	70
Tabel 8.2. Kesimpulan pengecekan dengan desain kriteria	75
Tabel 8.3. Perhitungan Volume	76
Tabel 8.4. Data Pengukuran Ketinggian Lumpur Pada Kolam Anaerobik Set B	79
Tabel 8.5 Syarat Baku Mutu pH.....	80
Tabel 8.6. Kondisi BOD di Kolam	81
Tabel 8.7 Syarat Baku Mutu Fecalcoli.....	82

Tabel 8.8. Evaluasi Desain Paramer & Desain Kriteria dan Hasil Analisa	
Laboratorium.....	83
Tabel 8.9. Volume Harian Rata-rata Operasional IPAL Tahun 2003	83
Tabel 8.10.Data Rata-rata kualitas air dikolam oksidasi IPAL Bojongsoang	
Tahun 2003.....	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta lokasi IPAL Bojongsoang	4
Gambar 1.2 Skema Proses Kolam Stabilisasi Instalasi Pengolahan Air Kotor	
Bojongsoang.....	5
Gambar 1.3. Pembatasan Penelitian.....	7
Gambar 2.1. Bar Screen	16
Gambar 2.2 Grit Chamber	18
Gambar 2.3. Proses yang Terjadi Dalam Kolam Anaerobik.....	19
Gambar 2.4. Tata Letak (Lay Out) Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik	24
Gambar 4.3. Skema Proses Mekanikal 43	
Gambar 5.1 Alur Kerja (Flow Chart) Evaluasi Parameter Kolam Dengan Desain	
Kriteria	45
Gambar 5.2. Flowchart Analisa Kualitas Air Limbah	46
Gambar 5.3. Alur Kerja Penelitian Sistem Operasi & Pemeliharaan Instalasi Pengolahan	
Air Limbah: “Kinerja & Efisiensi Kolam Pengolahan” Studi Kasus IPAL	
Bojongsoang Kota Bandung	50
Gambar 6.1 Kolam Anaerobik	69

DAFTAR LAMPIRAN

1. Peta Denah Kolam Air Limbah Bojongsoang
2. Data Kualitas Air Dikolam Oksidasi IPAL Bojongsoang Tahun 2003
3. Keputusan Gubernur Jawa Barat tentang Peruntukan Air dan Baku mutu air
4. Baku Mutu Kualitas Air Limbah
5. Baku mutu Kualitas Air Limbah Sesuai dengan PP 082 2001
6. Laporan Hasil Uji Laboratorium Analisa Sampel Air Limbah Bojongsoang Tgl. 07 Juli 2004
7. Photo Instalasi Pengolahan Air Limbah Bojongsoang

DAFTAR LAMBANG SATUAN DAN SINGKATAN

LAMBANG	SATUAN	KETERANGAN
A	m ²	Luas Basah Saluran
V	m/detik	Kecepatan Pada Saluran
n	-	Koefisien Manning
R	-	Jari-jari Hidroliks
L	m	Panjang Saluran
Q	m ³ /detik	Debit
S	-	Kemiringan

Daftar Singkatan

LAMBANG	KETERANGAN
BOD	Biologi Oksigen Demand
COD	Chemical Oksigen Demand
mg/l	Miligram / Liter
BPS	Badan Pusat Statistik
IPAL	Instalasi Pengolahan Air Limbah
An	Anaerobik
F	Fakultatif
M	Maturasi
SOP	Standard Operation Procedure
Ha	Hektar
KK	Kepala Keluarga

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pelaksanaan operasi dan pemeliharaan (O&P) adalah salah satu tugas dan tanggung jawab dari manajemen rekayasa infrastruktur perkotaan. Instalasi pengolahan air limbah (IPAL) salah satu infrastruktur perkotaan yang mendukung kesehatan lingkungan sesuai dengan pesatnya pembangunan di kota terutama pembangunan permukiman. Tujuan utama program operasi dan pemeliharaan IPAL adalah untuk memanfaatkan modal investasi yang ditanamkan dalam pembangunan tersebut, sehingga berfungsi dengan baik dan berdaya guna (Hindarko S., 2003). Kenyataan di lapangan bahwa operasi dan pemeliharaan ini tidak dilaksanakan sebagaimana mestinya sehingga muncul masalah pada bagian proses biologi dimana kolam oksidasi terutama kolam anaerobik tidak berjalan normal karena adanya endapan lumpur pada dasar kolam infra struktur tersebut.

Perkembangan pembangunan yang dilaksanakan pada dasarnya merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat, salah satunya adalah pembangunan didalam bidang kesehatan lingkungan. Dewasa ini sektor penanganan air buangan merupakan salah satu kebutuhan yang sangat esensial untuk menunjang kesehatan masyarakat. Kebutuhan akan prasarana dan sarana sanitasi tersebut terus berkembang dari waktu ke waktu terutama untuk daerah perkotaan.

Pengolahan air buangan pada kolam stabilisasi merupakan proses biologis yang mirip dengan aktifitas dasar mikrobiologi yang mendukung proses purifikasi pada badan air yang terkontaminasi oleh materi fekal atau materi organik lainnya.

Air Limbah Domestik adalah air bekas yang tidak dapat dipergunakan lagi untuk tujuan semula baik yang mengandung kotoran manusia (tinja) atau dari aktifitas dapur, kamar mandi dan cuci di mana kualitasnya antara 50-70% dari rata-rata pemakaian air bersih (120-140 liter /orang /hari) (Robert Kodoatie, 2003) Air limbah domestik mengandung lebih dari 90% cairan. Zat-zat yang terdapat dalam air buangan diantaranya adalah unsur-unsur organik tersuspensi maupun terlarut dan juga unsur-unsur anorganik serta mikroorganisme. Unsur-unsur tersebut memberikan corak kualitas air buangan dalam sifat fisik kimiawi maupun biologi. Kualitas/sifat fisik air buangan domestik pada umumnya dinyatakan dalam temperatur, warna, bau, dan kekeruhan.

Air limbah mempunyai pengaruh yang berbeda-beda terhadap kesehatan individu manusia. Faktor-faktor terkait dengan seberapa jauh pengaruh limbah terhadap kesehatan antara lain:

- Daya tahan tubuh.
- Jenis limbah dan jumlah dosis yang diterima pada tubuh.
- Akumulasi dosis limbah dalam tubuh.
- Sifat-sifat racun (toxic) dari limbah terhadap tubuh.
- Mudah tidaknya limbah dicerna dan dikeluarkan dari tubuh.
- Waktu kontak (lama tidaknya) berada dalam lingkungan limbah.
- Alergi (tubuh sensitif terhadap limbah dalam bentuk tertentu seperti: bau, debu, atau cairan-cairan. (Robert Kodoatie, 2003)

Adanya penelitian ini karena kemungkinan terjadi kesulitan sumber air baku bagi penyediaan air bersih dikawasan metropolitan Bandung dan diperkirakan bahwa mulai tahun 2010 sungai Citarum akan menjadi sumber air utama bagi sistim penyediaan air bersih dikawasan metropolitan Bandung (Direktorat Bina Program Ditjen Cipta Karya Dep. Pekerjaan Umum, Metropolitan Bandung urban Development Study, Human Waste and Sewerage sector study, Kinhill Engineers Pty Ltd & Assc, Jakarta, Maret 1992)

Konsekwensinya:

- Perlu dilakukan perbaikan kualitas Catchment Area sungai Citarum.
- Perlu pengendalian mutu badan air yang bermuara ke sungai Citarum, yang pada gilirannya membawa konsekwensi pada pengendalian air limbah yang dibuang ke badan air yang bermuara ke sungai Citarum.
- Perlu pengendalian mutu air limbah yang dibuang ke Sungai Citarum.

Berdasarkan study-study yang dilakukan pemanfaatan sarana dan prasarana pengelolaan air limbah yang andil pada saat ini berdasarkan pada pengendalian dinilai belum optimal.

Study ADB tahun 1977 menilai bahwa progress penanganan air limbah di Metropolitan Bandung tinggal 10 tahun di belakang rencana awal (Departemen Pekerjaan Umum, Metropolitan Bandung Urban Development Project Volume III, Executive Summary, Cowi Consulting Engineers and Planers Ast Assoc, Bandung, Mei 1997).

1.2. Pembangunan Instalasi Pengolahan Air Limbah Bojongsoang

Melihat pesatnya pembangunan di kota Bandung terutama pemukiman-pemukiman baru seperti daerah Antapani, Sarijadi, Margahayu, maka bertambah pula air limbah domestik.

Demikian juga dilakukan perbaikan kualitas Catchment Area sungai Citarum, pengendalian mutu badan air yang bermuara ke sungai Citarum dimana pada akhirnya perlu pengendalian air limbah yang dibuang ke badan air yaitu sungai Citarum.

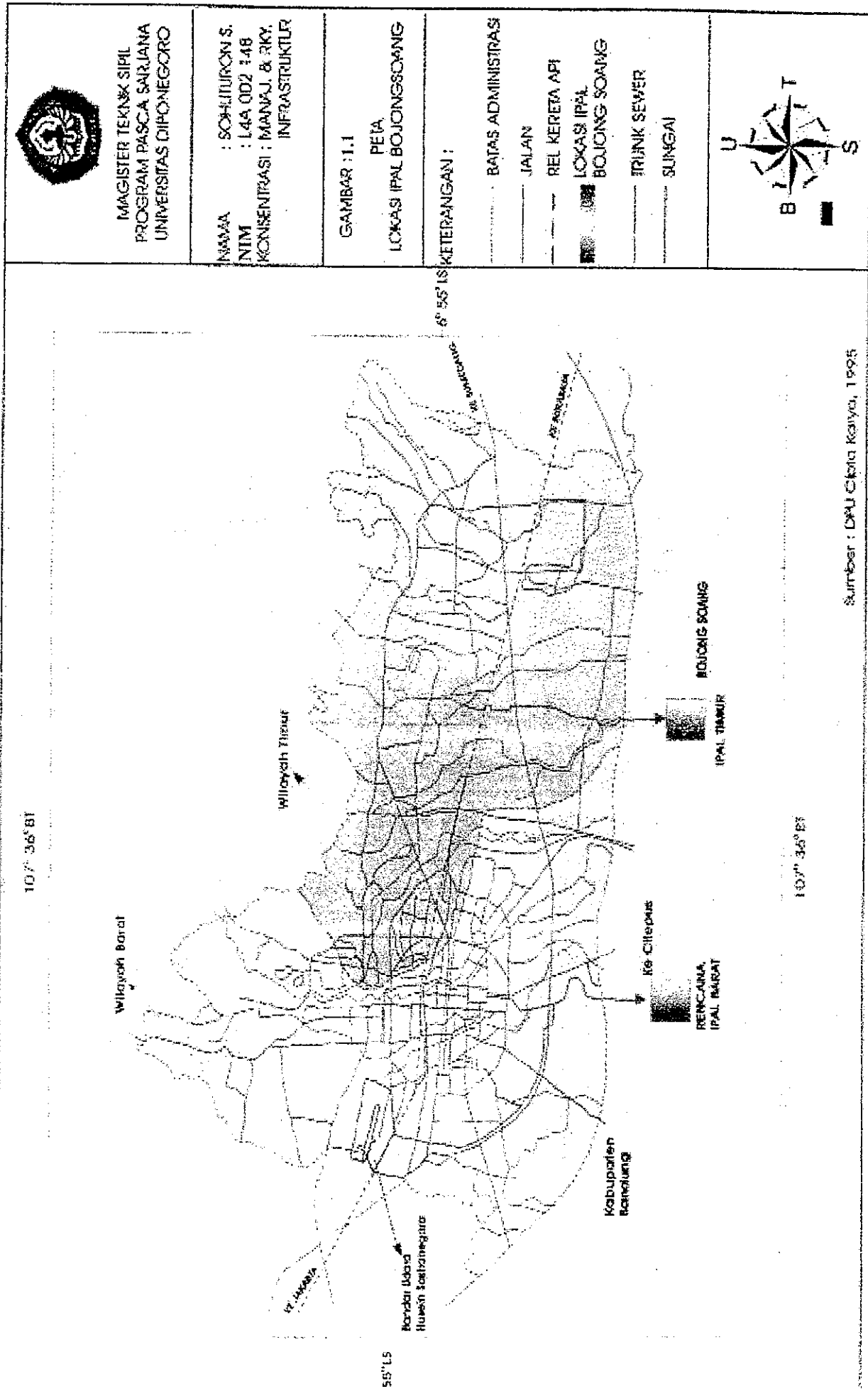
Berdasarkan hal-hal tersebut diatas maka dibangunlah Instalasi Pengolahan Air Limbah di Bojongsoang salah satu IPAL yang diandalkan di kota Bandung yang dibangun pada tahun 1992.

1.3. Lokasi Penelitian

Instalasi Pengolahan Air Limbah Bojongsoang merupakan instalasi yang mengolah air buangan rumah tangga yang disalurkan melalui perpipaan.

Instalasi ini untuk melayani air buangan rumah tangga dari kota Bandung yang berasal dari areal wilayah Bandung Timur dan Bandung Tengah Selatan dengan kapasitas pelayanan 400.000 jiwa (PDAM, 2003).

Instalasi ini berada di lokasi Kabupaten Bandung yaitu di desa Bojongsoang, Kecamatan Bojongsoang \pm 4 Km dari jalan Tol padaleunyi kearah Selatan, lebih jelasnya dapat dilihat pada **gambar 1.1** peta lokasi IPAL Bojongsoang.



1.4. Identifikasi Masalah Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Bojongsoang

- Saluran pengolahan Air Limbah (IPAL) Bojongsoang saluran terbuka (4 KM) mulai dari jalan tol (lihat gambar 1.1)

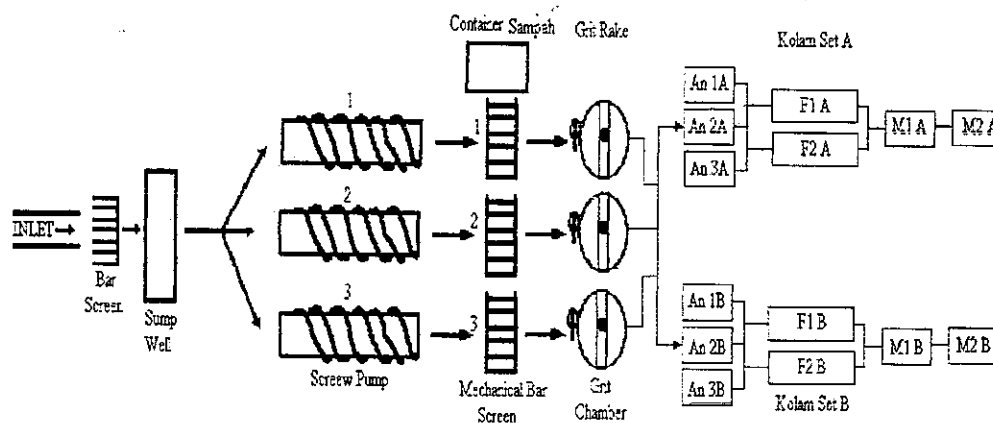
Disepanjang saluran ini banyak sampah terapung dan akhirnya menumpuk di saringan (Bar Sreen) $\pm 4 \text{ M}^3$ /hari sehingga mengganggu aliran dari aliran laminar menjadi aliran turbulen serta mengganggu operasi setiap harinya.

- Sump Well (Bak Penampung)

Di bak penampung ini penuh dengan pasir 2 s/d 3 m^3 sehingga harus dikeruk (diangkat pasirnya) sekali dalam 2 bulan yang mengganggu operasi juga

- Screw Pump

Screw Pump ini sudah rusak 1 buah sampah-sampah kecil yang masih sisa di bar screen masuk ke pompa ulir sehingga mengganggu kinerja pompa yang berjumlah 3 buah. (lihat gambar 1.2)



Gambar 1.2 Skema Proses Kolam Stabilisasi Instalasi Pengolahan Air Kotor Bojongsoang

- Bar Screen

Pada lokasi ini masih banyak sampah yang menyangkut sumpah-sampah dan kisi-kisi ada yang patah sehingga sampah-sampah yang berukuran sedang masuk ke instalasi berikutnya.

- Grit Chamber

Masalah di Grit Chamber adalah masalah pasir sehingga mengganggu berputarnya alat ini. Kalau sudah penuh pasir berhenti dulu dan diambil pasirnya. Jadi sesudah bersih baru beroperasi lagi.

- Kolam Oksidasi (Oxidation Ditch).

Kolam ini terdiri dari kolam Anaerobik, kolam Fakultatif dan kolam Maturasi. Di kolam anaerobik diperkirakan terjadi sedimentasi sehingga terganggu proses oksidasi.

Kolam ini didesain untuk 80.835 m³/hari. Pada hal yang pernah pengolahan limbah dilaksanakan baru antara 10.000. m³ s/d 40.000. m³. Pada kolam Anaerobik Set B terjadi sedimentasi sehingga mempengaruhi kinerja kolam dan proses oksidasi.

1.5. Tujuan dan Manfaat Penelitian.

1.5.1 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis dan mengetahui kemampuan kolam terhadap proses stabilisasi secara biologis antara lain:

1. Kinerja kolam: anaerobik, fakultatif, dan maturasi.
2. Kedalaman lumpur di dalam kolam anaerobik sebagai kolam yang dominan sebagai proses stabilisasi. Hal ini penting karena kedalaman lumpur mempengaruhi fotosintesa/proses stabilisasi.
3. Kapasitas kolam dimana kapasitasnya sesuai dengan desain parameter: 80.835m² perhari. Apabila ternyata kapasitasnya masih kurang perlu dioptimalkan.

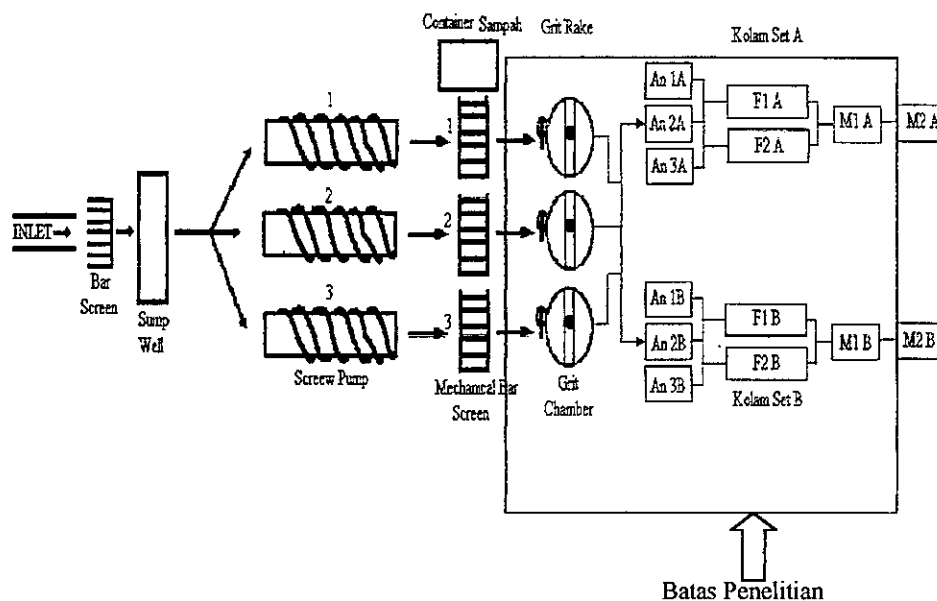
1.5.2 Manfaat Penelitian

1. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan kolam oksidasi mereduksi parameter-parameter sesuai dengan baku mutu antara lain: BOD, Coliform, fecalcoli yang berbahaya untuk kesehatan manusia dan diharapkan sesudah diproses di kolam oksidasi air ini dapat dimanfaatkan untuk pertanian dan perikanan sesuai peruntukan golongan C
2. Manfaat dari penelitian ini baik langsung maupun tidak langsung bagi pihak-pihak terkait & Stake Holder dengan evaluasi kinerja & Efisiensi kolam limbah, diantaranya ialah: "Dapat memberi masukan kepada instansi terkait dalam pelaksanaan evaluasi sehingga dapat mengambil kebijakan atau mengoptimalkan kinerja sistim Operasi & Pemeliharaan kolam IPAL sehingga meningkatkan umur kolam oksidasi Kemudian apakah air yang sudah keluar dari kolam dapat dimanfaatkan oleh penduduk sekitar IPAL untuk pertanian maupun perikanan darat, dengan analisis kualitas air.

1.6. Pembatasan Masalah.

Dari beberapa masalah pada instalasi pengolahan air limbah Bojongsoang ini, masalah yang paling dominan ialah masalah kinerja kolam yaitu struktur kolam seperti luas kolam,

kedalaman kolam, dan lain-lain sesuai dengan fungsinya yang paling dominan untuk mereduksi parameter-parameter adalah kolam oksidasi yaitu kolam anaerobik, fakultatif, dan kolam maturasi jadi untuk penelitian ini masalah dibatasi hanya pada kolam oksidasi. (lihat gambar 1.3.)



Gambar 1.3. Pembatasan Penelitian

1.7. Perumusan Masalah

Untuk menjamin berlangsungnya aktivitas mikrobiologi serta untuk dapat mengontrol beban terhadap kolam yang dapat menghambat proses stabilisasi maka perlu dilakukan monitor terhadap kinerja kolam (MARA dan PEARSON, 1986 & 1987).

Sebagai tujuan dari instalasi pengolahan Air Limbah ialah untuk mengolah air limbah (terkontaminasi/tercemar) menjadi baik, dalam arti tidak mengganggu kesehatan sehingga dikembalikan lagi ke badan penerima air dalam hal ini sungai Citarum.

Jadi perumusan masalahnya ialah: **Kinerja Kolam & (IPAL) Bojongsoang belum optimal.** Fungsi kolam adalah proses stabilitasi mereduksi parameter-parameter BOD, Fecalcoli dll belum optimal, terjadi perbedaan yang signifikan antara parameter desain dan hasil proses, demikian juga volume kolam belum dioptimalkan sesuai dengan kapasitas kolam (parameter desain).

1.8. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan ini sebagai berikut:

Bab Pertama meliputi latar belakang, permasalahan air limbah maksud dan tujuan serta manfaat penelitian. Bab ke dua meliputi studi literatur mengenai fungsi dan karakteristik

serta struktur kolam. Bab Tiga membahas gambaran umum wilayah studi. Bab Keempat adalah membahas gambaran umum obyek studi IPAL Bojongsoang. Bab Ke lima yaitu membahas metodologi penelitian, variabel penelitian, metode pengumpulan, menganalisis data dan hipotesa. Bab Ke Enam berisi tentang evaluasi efisiensi & kinerja kolam. Bab Ke Tujuh Analisa & Pengolahan data dan kondisi saat ini IPAL Bojongsoang. Bab. VIII Kesimpulan dan saran.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Jenis Pengolahan Air Limbah

Pengolahan air limbah dilakukan dengan 3 cara yaitu:

- Pengolahan dengan cara Fisika,
- Pengolahan dengan cara Kimia dan
- Pengolahan dengan cara Biologi.

2.1.1. Pengolahan Dengan Cara Fisika

Sinar matahari diketahui merupakan disinfektan yang baik di kolam air limbah yang menggunakan sistim stabilisasi, matahari sangat besar peranannya untuk mengurangi konsentrasi bakteri patogen.

Modifikasi dari prinsip ini adalah dengan penggunaan radiasi ultra violet untuk mensterilisasi effluent. Radiasi ultra violet merusak asam nukleat di sel-sel bakteri, virus dan organisme yang ada.

Meskipun energi yang diperlukan seperti ini mahal, tetapi sistim tersebut sangat berhasil.

Masalah saat operasi adalah terutama dalam memperoleh penetrasi sinar maksimum dan menjamin bahwa effluent yang biasanya keruh telah benar-benar steril.

Telah banyak sistim yang dievaluasi untuk memperoleh penyinaran maksimum tersebut pada air limbah. Penyinaran ultra violet khusus berguna dalam mencegah kertaminasi patogen di danau dan perairan pantai seringkali digunakan untuk mandi (MET CALF & EDDY, 2003)

Sinar matahari mempunyai kemampuan yang tinggi dalam membunuh patogen dan membuat kuman virus menjadi tidak aktif. Radiasi matahari setiap hari dinegara tropis cukup untuk membunuh semua fecal coliform (Coliform tinja) apabila air encer dan tidak keruh serta tembus matahari. Pengolahan air limbah secara fisik pada umumnya masih katagori pengolahan awal (Pre treatment. Contohnya penyuluhan dengan cara Fisika ialah pada bar screen yang berfungsi untuk menyaring dan memisahkan sampah untuk meringankan beban unit-unit peralatan pengolahan seperti pengangkatan sampah yang tertahan pada bar screen secara periodik. Demikian pula pada Grit Chamber fungsinya untuk menghidupkan partikel-partikel seperti pasir, sampah berukuran kecil, sebelum air buangan masuk ke unit pengolahan berikutnya bke kolam anaerobik, fakultatif dan kolam maturasi.

Sifat fisik dari air limbah ini dapat dilihat secara kasat mata misalkan warna. Dimana secara garis besar dapat menentukan fisik dari air buangan secara umum. Bau, dengan waktu tertentu menjadi penguraian oleh bakteri menghasilkan gas, H_2S , CH_4 . Temperatur mempengaruhi kecepatan proses penguraian dan mempengaruhi kecepatan proses penguraian dan mempengaruhi kecepatan proses penguraian dan mempengaruhi aktivitas dan perkembangan. dan perkembangan mikro organisme. Kebutuhan dalam air buangan limbah dikenal suspended solid yaitu partikel-partikel pada yang tidak dapat larut.

Pengolahan Fisika pada umumnya bertujuan untuk mengurangi/menghilangkan zat padat kasar, zat padat terlarut, pasir dan zat padat terapung.

Unit-unit pengolahan ini meliputi : Screen, Mixing, sedimentasi/pengendapan, vacuum filtration, dan pengeringan, grit chamber dan komunitor .

2.1.2. Pengolahan Dengan Cara Kimia

Pengolahan dengan cara kimia dimaksud untuk memisahkan bahwa pencemaran berbentuk koloid sehingga terlarut dengan menggunakan bahan kimia sehingga terjadi destralisasi koloid atau terjadi endapan karena terjadi perubahan berat jenis partikel sesudah beraksi dengan bahan kimia maka terjadi pengendapan.

Pada akhir pengolahan sebelum air buangan hasil pengolahan dibuang ke badan air (sungai) terlebih dahulu dibutuhkan bahan kimia sebagai desinfeksi untuk membunuh bibit-bibit penyakit (bakteri) yang mencemari badan air penerima (re Use). Bahan kimia yang dipakai gas chlor (Cl_2), ozon (O_3), kaporit $Ca(OCl)_2$ (MJ. Hammer, 1986).

Sebagai sifat-sifat kimia yang memungkinkan kandungan zat kimia dalam air yang meliputi. Zat organik, yaitu zat kimia dalam air yang meliputi. Zat organik yaitu ikatan-ikatan C, H, O, N, S, P (Zat Hara) yang dapat mempengaruhi kehidupan mikro organisme, zat organik logam berat dan zat-zat beracun lainnya mengganggu penyerapan zat organik pada plasma, gas-gas yang terkandung dalam air buangan air limbah.

Pengolahan Kimia bertujuan untuk menghilangkan partikel tersuspensi dan partikel koloidal. Unit-unit pengolahan kimia meliputi: Chemical precipitation, dan desinfeksi.

2.1.3. Pengolahan Dengan Cara Biologi

Pengolahan dengan cara biologi ialah suatu proses alami maksudnya ialah untuk menyisihkan/memisahkan zat organik tertentu yang terkandung dalam air buangan dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme untuk melakukan perombakan zat organik tersebut dibantu algae dan fotosintesa secara alami.

Proses ini terjadi bisa secara anaerob (tidak memerlukan oksigen dan anaerob (memerlukan oksigen pada kolam stabilisasi (kolam anaerob) proses yang terjadi adalah penguraian zat organik oleh mikroorganisme secara anaerob (tidak memerlukan oksigen dalam proses penguraiannya (Mara D, 1976).

Sifat biologi menunjukkan kandungan biologis dalam air yang terdiri dari golongan-golongan mikroorganisme dalam air yaitu : bakteri, fungi, protozoa, algae dan tambahan air dalam hewan air secara umum karakteristik air buangan/air limbah ditentukan oleh 2 faktor: kadar suspended solid dari air buangan/air limbah: kadar BOD dari air buangan/air limbah) kedua faktor itu menentukan tinggi rendahnya kualitas air buangan, dimana juga dipakai untuk menentukan tingkat dan macam-macam unit untuk mengolah air buangan air limbah tersebut.

Pengolahan Biologi pada dasarnya adalah pemanfaatan microorganisme active yang dapat menstabilkan air ruangan/air limbah. Proses biologi dapat terjadi dalam 4 keadaan yaitu: anaerobik, aerobik, fakultatif dan maturasi.

2.1.4. Klasifikasi Berdasarkan Kriteria Dan Faktor Kinerja Pengolahan Pada 3 Tingkat :

1. Pengolahan Primer
2. Pengolahan Sekunder
3. Pengolahan Tersier

2.14.1. Pengolahan Primer

Pengolahan tingkat pertama pada umumnya mampu untuk mereduksi 25-30% BOD dan 50-60% kadar Suspended Solid.

Proses yang berlangsung dalam pengolahan tingkat pertama kebanyakan merupakan proses fisik.

Unit-unit pengolahan primer antara lain:

- Screen
- Sump Well
- Pompa Ulir (Screw Pump)
- Comunitor
- Grit Chamber
- Par shall flume
- Bak Pengendap

2.14.2. Pengolahan Sekunder

Pengolahan tingkat kedua pada umumnya untuk mereduksi 75 -90% BOD dan 90% kadar suspended solid

Proses yang terjadi pada pengolahan sekunder umumnya pengolahan biologis. Unit-unit pengolahan sekunder antara lain:

- Kolam Stabilisasi
- Activated Sludge
- Trickling Filter
- Kolam oksidasi diterapkan untuk membuang air buangan domestik. Keuntungan penggunaan kolam oksidasi ini adalah :
 - Operasinya mudah
 - Pemeliharaan dan biaya pembuatan relatif murah

Kerugiannya adalah

- Diperlukan areal tanah yang luas
- Dapat merupakan sarang nyamuk dan menimbulkan bau
- Activated Sludge

Biasanya digunakan untuk mengolah air buangan domestik dalam suatu kota besar.

Keuntungan penggunaan activated Sludge adalah

- Effluent tidak berbau
- Tidak ditubuhkan areal yang luas
- Tidak ada gangguan lalat, nyamuk dan lain-lain

Kerugiannya adalah :

- Biaya operasi mahal
- Dibutuhkan tenaga terdidik
- Tidak fleksibel terhadap variasi beban hidrolis
- Sangat sensitif terhadap beban organik.

● Trickling Filter

- Dapat digunakan untuk mengolah air buangan domestik atau buangan industri.

Keuntungan menggunakan trickling filter adalah:

- Areal tanah yang digunakan tidak terlalu luas
- Dapat membilas/membersihkan sendiri (Self Cleaning)
- Dapat menghilangkan : BOD 70-90%; Bakteri 80-90%; Solid Mater 70-90

Kerugiannya adalah:

- Biaya konstruksi yang mahal

- Kehilangan tekanan yang besar 1,8-3,6 m untuk menghindari dari adanya gangguan serangga, filter harus dibuat diluar jauh dari penduduk

- **Pengolahan Tersier**

Pengolahan tersier merupakan pengolahan lanjutan dari pengolahan sekunder tujuannya ialah untuk menghilangkan kadar nitrogen dan pospor atau untuk mempertahankan kualitas perairan, pembuangan yang masih baik selain proses diatas bangunan pengolahan air buangan dilengkapi dengan unit pengolahan lumpur, yang mana pengolahan lumpur ini mutlak diperlukan karena setiap zat padat dan suspensi serta sebagian zat organik yang larut dalam air dianggap sebagai lumpur endapan.

Faktor yang mendukung diperlukan suatu sistim pengolahan lumpur pada instalasi bangunan pengolahan air buangan antara lain:

- Masalah Hygien, karena mengandung bakteri microorganisme yang bersifat fatogen.
- Masalah kuantitas yang dirasakan cukup besar
- Segi estetika dari pada lumpur endapannya.
- Segi kepentingan ekonomi dari lumpur terolah

Sedangkan tujuan utama dari pengolahan lumpur endapan antara lain:

- Mereduksi volume lumpur
- Mengontrol proses kebusukan agar tidak membahayakan dan menimbulkan penyakit.
- Memanfaatkan lumpur sebagai sumber energi.

Unit-unit pengolahan lumpur antara lain

- Sludge thickener
- Sludge digester
- Vacuum Filtration
- Sludge Drying Bed

2.1.5. Penguraian Senyawa Organik Secara Biologis

Senyawa organik yang terdapat dalam buangan manusia dapat diuraikan oleh bakteri menurut dua cara yaitu secara aerobik dan anaerobik.

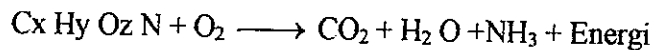
- **Penguraian Secara Aerobik**

Penguraian secara aerobik terbagi dalam 3 proses yaitu proses katabolisme, anabolisme dan autolisis

- Proses Katabolisme

Pada proses ini zat organik diuraikan oleh bakteri menjadi komponen penyusun zat organik tersebut. Dari proses ini dihasilkan energi yang dimanfaatkan oleh bakteri pengurai

untuk mempertahankan hidupnya dan untuk berkembang baik. Proses ini ditunjukkan dalam persamaan reaksi sebagai berikut:



Zat Organik

Sumber: Duncan Mara, Sewage Treatment In Hot Climates

- Proses Anabolisme

Pada proses ini zat organik diuraikan oleh bakteri dan digunakan sebagai bahan pembentuk bakteri baru seperti dinyatakan dalam persamaan reaksi berikut ini:



Zat Organik

Sumber : Duncan Mara, Sewage Treatment In Hot Climates

- Proses Autolisis

Proses ini terjadi pada saat jumlah zat organik yang tersedia lebih kecil dari populasi bakteri pengurai. Biasanya hal ini terjadi pada tahap-tahap proses penguraian buangan manusia. Pada proses ini terjadi penyusutan jumlah bakteri karena sebagian bakteri mengurai menjadi senyawa senyawa anorganik.

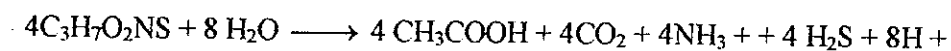


Sumber: Duncan Mara, Sewage Treatment In Hot Climates.

Dari tiga proses yang terjadi di atas, pada proses aerobik terlihat bahwa proses penguraian air buangan manusia terjadi pada proses katabolisme dan anabolisme.

● Penguraian Secara Anaerobic

Penguraian secara anaerobik umumnya terjadi pada lumpur endpan. Pada proses tersebut terjadi dua tahap penguraian yaitu pembentukan asam lemak dan tahap perubahan asam lemak, asam lemak yang paling banyak terjadi adalah asam asetat seperti digambarkan pada persamaan berikut ini:

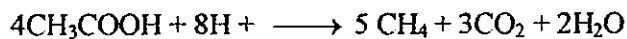


asam Asetat

Sumber: Duncan Mara, Sewerage Treatment In Hot Climates

Dari persamaan di atas terlihat bahwa pada proses ini selain terjadi asam asetat yang nantinya diubah menjadi gas metan juga terbentuk gas $H_2 S$ yang menimbulkan bau.

Asam lemak yang terjadi yaitu asam asetat diubah oleh bakteri metan menjadi gas-gas metan.



asam Asetat

methan

Sumber : Ducan Mara, Sewage Treatment In Hot Climates

Dari kedua persamaan yang terjadi pada proses anaerobik terlihat bahwa terjadi 3 jenis gas pada akhir proses yaitu methan, CO_2 dan H_2S . Patut diperhatikan bahwa pertumbuhan bakteri pembentuk asam lemak terbaik dua kali lebih cepat dari bakteri pembentuk methan sedangkan bakteri pembentuk methan itu sendiri sangat peka terhadap asam.

Dengan demikian agar proses penguraian secara anaerobik dapat berjalan dengan baik maka suasana lumpur haruslah bersuasana basa. Kegagalan pembentukan methan menyebabkan lumpur bersifat asa asetat yang tidak terubah dan bau busuk akibat adanya H_2S yang tidak dimanfaatkan dalam proses pembentukan methan sebagai sumber H^+ .

2.1.6. Pengolahan Air Limbah Domestik Cara Biologis

• Pengolahan Pendahuluan

Unit – unit pengolahan yang digunakan adalah :

1. Saringan kasar (Coarse bar screen)

Saringan kasar akan menyisihkan atau menyaring material-material kasar, seperti kertas, plastik, potongan kayu dan sebagainya. Secara umum unit ini digunakan untuk melindungi pompa, valve, perpipaan dan perlengkapan lain dari kerusakan atau penyumbatan (clogging) (Lihat gambar 2.1.)

Rumus yang digunakan :

$$\Delta H = \beta \left[\frac{w}{b} \right]^{4/3} h, \sin \alpha \dots \dots \dots (1)$$

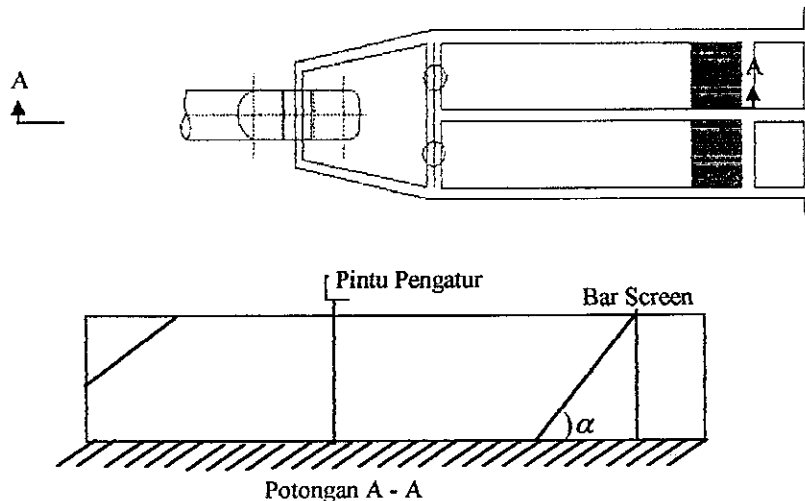
Rumus Kirschomer :

$$H_I = \frac{V_{ba}^2 - V_2^2}{2g} \times \frac{1}{0,7} \dots \dots \dots (2)$$

$$H_v = \frac{V_{bar}^2}{2g} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana : ΔH = headloss melalui Bar Screen bersih, m
 α = Kemiringan, $^{\circ}$
 β = konstanta untuk besi bulat
 w = lebar batang, cm
 b = bukaan, cm
 h_i = headloss melalui Bar Screen tersumbat, m

h_v = tinggi kecepatan, m
 V_{bar} = kecepatan aliran melalui Bar Screen, m/detik
 V_2 = kecepatan aliran di saluran, m/detik



Gambar 2.1. Bar Screen

2. Bak Pengendap (*Sump Well*)

Sump Well berfungsi sebagai bak pengendap (sedimentasi) khususnya butiran-butiran pasir, krikil dimana butiran-butiran ini dapat merusak daun ulir pompa (screw Pump) dimana adanya pukulan air (water hammer) yang diangkat ke atas secara berputar kerumah pompa

Sesudah pasir mengendap air limbah masuk ke pompa ulir dan selanjutnya di putar ke atas ke grit Chamber sesudah di saring di Mechanical Bar Screen.

3. Pompa Ulir (Screw Pump)

Pompa ulir ini berfungsi untuk mengangkat debit yang masuk ke atas dan di endapkan di grit Chamber jumlah pompa ulir tergantung dari banyaknya debit yang masuk

4. Saringan Mekanik (Mechanical Bar Screen)

Saringan ini berfungsi menyaring sampah-sampah kecil yang lolos dari saringan di inlet.

Sampah-sampah ini terkumpul secara mekanis dengan ban berjalan (belt) secara otomatis dan di pres dan ditampung di kontainer sampah.

5. Grit chamber

Grit chamber akan melindungi perlengkapan mekanis dan pompa dari abrasi, mencegah penyumbatan pompa oleh endapan dalam saluran dan mencegah akumulasi material masuk dalam unit pengolahan selanjutnya yaitu kolam stabilisasi secara biologi(kolam Anaerobik,

kolam Fakultatif dan Kolam Maturasi}. Berdasarkan pertimbangan biaya konstruksi dan operasi, maka diperoleh grit chamber aliran horisontal dengan kontrol kecepatan (velocity controlled grit chamber). (Lihat gambar 2.2.).

Rumus yang digunakan :

Over Flow rate (OR) = $900 \times V_{\text{settling}}$

OR : Overflow rate, gal/hr/ft²

V_{settling} : Kecepatan pengendapan, in/menit

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \dots\dots\dots (4)$$

$$S = \frac{h_L}{L} \text{ dan } h_L = \left[\frac{V \times n}{R^{2/3}} \right]^2 L \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

HL : headloss melalui Grit Chamber, m

V : kecepatan pada saluran Grit Chamber, m/detik

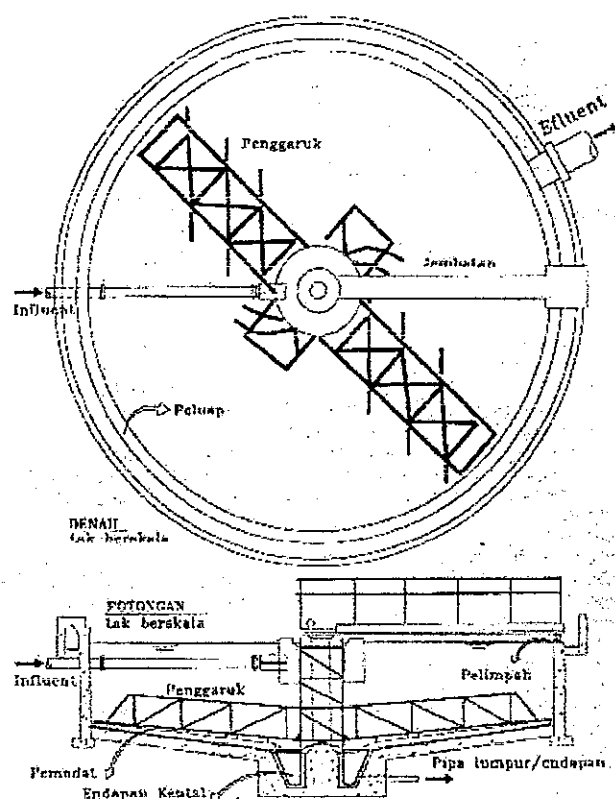
n : koefisien Manning

R : jari-jari hidrolis, m

L : panjang saluran Grit Chamber, m

$$Q = 4,917 a^{1/2} b \left[\frac{a}{h - \frac{3}{2}} \right] \dots\dots\dots (6)$$

Dimana ; Q : debit aliran melalui proporsional weir,
ft³/det

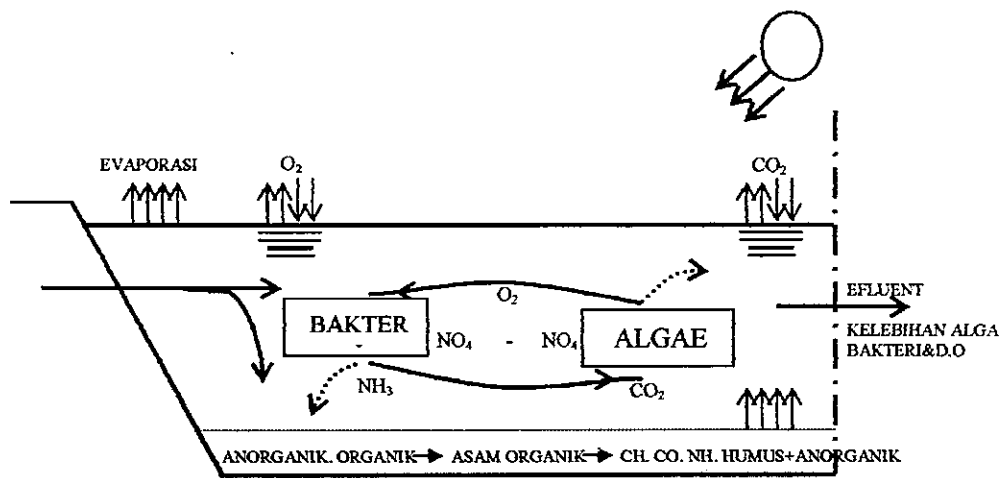


Gambar 2.2 Grit Chamber

6. Kolam Anaerobik

Kolam anaerobik berfungsi sebagai pengolahan tahap awal (*Primary treatment*) pada proses pengolahan air limbah, didalam kolam anaerobik terjadi 2 tahapan reaksi, yakni tahap pembentukan asam dan pembentukan metana. Pembentukan metana terjadi pada suhu diatas 15°C dan meningkat empat kali untuk setiap kenaikan suhu 5°C . Kolam anaerobik beroperasi tanpa adanya oksigen terlarut, kondisi ini dapat terjadi karena kedalaman kolam mencapai 30-80 %. (lihat gambar 2.3). Kelemahan dari pengolahan secara anaerobik ini adalah bau yang mungkin ditimbulkan bila lapisan kerak buih belum/tidak terbentuk secara sempurna, sedangkan proses pembentukannya dapat memakan waktu beberapa bulan. Dua hal penting yang perlu diingat:

- pH air didalam kolam harus (sekitar) 7,0 agar kondisi bakteri seimbang.
- Mencegah timbulnya bau dengan mempertahankan $\text{DO} = 0$ serta lapisan kerak buih.



Gambar 2.3. Proses yang Terjadi Dalam Kolam Anaerobik

➤ Desain Kriteria Kolam Anaerobik

Waktu detensi	: 1 - 5 hari
Beban Volumetrik BOD	: 100 - 400 g/M3/hari
Kedalaman Kolam	: 2-4 m
Reduksi BOD	: 50 - 70 %

Desain kriteria kolam anaerobik dapat dilakukan dengan menggunakan rumus $Li = Q/AD$

Dimana Li	= Konsentrasi BOD dalam influen Mg/liter
Q	= debit influen, m3/hari
V	= Volume kolam, m3
A	= luas kolam
D	= kedalaman kolam, m

Beban BOD dari influen adalah: $Li \times Q$

Volume kolam dapat dihitung dengan persamaan (Met Calf & Eddy, 2003)

V	= $Q \times t$
Q	= debit influen, m3/hari
t	= waktu detensi, hari

- Fungsi kolam Anaerobik ialah untuk menurunkan bahan-bahan organik dengan bantuan mikroorganisme anaerobik.
- Proses yang terjadi adalah penguraian oleh bakteri anaerob dan terjadi pengendapan.

Hasil proses adalah penurunan kadar BOD/COD, pembentukan gas H_2S , CH_4 , dan penurunan kadar lumpur

Karakteristik kolam anaerobik :

- ❖ Kadar pencemar masih tinggi (konsentrasi zat-zat racun masih tinggi)
- ❖ Warna air abu-abu sampai hitam
- ❖ Oksigen terlarut 0 mg/l
- ❖ Gas H_2S , CH_4 cukup tinggi
- ❖ Ikan tidak dapat hidup

Fungsi kolam anaerob

Untuk menurunkan bahan-bahan organik dengan bantuan mikroorganisme anaerob. Proses yang terjadi: Penguraian oleh bakteri anaerob dan pengendapan. Hasil proses : penurunan kadar BOD, COD, pembentukan gas H_2S , CH_4 dan lain-lain, penurunan kadar lumpur

7. Kolam Fakultatif

Apabila sistem pengolahan diperlukan adanya kolam anaerobik maka kolam fakultatif sebagai pengolahan air limbah adalah ditempatkan pada tahap kedua (*secondary treatment*). Kolam fakultatif dapat juga diaplikasikan pada sistem pengolahan air limbah dengan kolam oksidasi (*oxidation lagoons*).

Proses pengolahan air limbah yang terjadi didalam kolam fakultatif terdiri dari dua bagian (zone) yakni pada lapisan atas kolam terjadi proses secara aerobik sedangkan dibagian dasar kolam proses secara anaerobik.

Kedalaman dari kolam fakultatif antara 1-2,4 meter, oksigen yang tersedia karena adanya angin dan ganggang (proses fotosintesis) tidak mampu menembus lapisan air sampai dibagian dasar kolam

Efektivitas dari kolam tersebut antara lain: tergantung dari lamanya waktu tinggal air limbah didalam kolam (biasanya antara 20-40 hari) penurunan kadar BOD dapat mencapai 70-90% dari menurunkan klorofil antara 60-99%. Adapun proses yang terjadi dalam kolam fakultatif adalah sebagai berikut:

Selama proses pematangan/pengolahan sangat bervariasi komponen organik maupun anorganik yang paling spesifik adalah kemungkinan terjadinya "alga bloom" septik. Apabila cara pengoperasian tidak rutin (kemungkinan tersendat) maka effluent yang dihasilkan dari adanya proses yang terjadi didalam kolam tersebut akan sangat rendah kualitasnya disamping akan banyak nyamuk yang berdiam dikolam maupun bau (busuk) yang terjadi.

Oleh karenanya pengoperasian dan pemeliharaan secara berkala perlu dilakukan untuk memelihara kualitas effluent, menghilangkan/menghindari terjadinya gangguan yang dapat mempengaruhi pengembangan dan penurunan proses fisika secara cepat.

Pengoperasian dan pemeliharaan yang perlu dilakukan antara lain sebagai berikut:

- a. Tanaman yang ada pada tanggul kolam harus diusahakan pendek (tanaman perdu) dan tidak diizinkan meluas kedalam kolam. Tanaman rumput diboletkan tumbuh kearah bawah dibagian tepi tanggul untuk melindungi talud (pasangan) bila ini dipakai.
- b. Kerak buih (*scum*) dari kolam fakultatif harus dikurangi dan dibersihkan. Buih dan alga yang terbentuk tidak diperbolehkan tinggal dipermukaan air tetapi harus diangkat dan dikeringkan dan dibuang ditempat pembuangan yang direncanakan tidak terlalu jauh dari lokasi kolam.
- c. Inlet dan outlet dari kolam untuk pengaliran air (limbah) harus bebas dari akumulasi lumpur
- d. Beberapa tumbuhan yang muncul/tumbuh dibagian tepi pelindung tanggul kolam yang keras atau dari air yang ada dikolam harus dibersihkan.
- e. Pemeriksaan harus dilakukan terhadap kerusakan tanggul dari gangguan akibat lubang binatang. Apabila hal ini terjadi maka harus dibenahi kembali dengan segera dibersihkan dari kolam penyediaan.
- f. Petugas/pekerja yang menangani pemeliharaan kolam stabilisasi khususnya kolam fakultatif harus diberikan instruksi/pengarahan secara jelas mengenai kewajiban dan waktu pemeliharaan yang perlu dilakukan.

Desain Kriteria. Kolam Fakultatif

Kriteria desain kolam fakultatif adalah:

Waktu detensi = 5-30 hari

Kedalaman = 1-2,5 m

Beban permukaan BOD tergantung temperatur:

= 20 T-120 Kg/Ha/Hari

reduksi BOD = 80-90%.

Persamaan yang digunakan dalam desain kriteria kolam fakultatif rumus-rumus adalah:

(Met Calf & Eddy)

$$\frac{Le}{Li} = \frac{i}{1 + kt}$$

Dimana: Le = Konsentrasi BOD dalam Effluen, mg/L

Li = Konsentrasi BOD dalam Influen, mg/l.

K = Konstanta kecepatan reduksi BOD side pertama, hari⁻¹
 T = waktu

Harga k tergantung pada tahun dinyatakan dengan persamaan Arrhenius

$K_t = K_{20} \cdot \theta^{T-20}$
 Dimana, K_t = K pada suhu T oC
 K_{20} = K Pda suhu 20 oC
 θ = Konstanta Arrhensius, Harganya 1,05-1,09.

Harga K_{20} kira-kira mendekati 0,3 hari maka $KT = 0,3$ hari maka $KT = 0,3 (1,05)$.

Misalnya Le dipilih 60 mg/l, maka persamaan desain kriteria kolam fakultatif menjadi:

$$A = \frac{Q(L_i - 60)}{18D(1,05)^{T-20}}$$

 Dimana A = Luas Permukaan kolam
 Q = Debit Influen, m³/Hari
 L_i = konsentrasi BOD dalam influen, mg/l
 T = suhu rata-rata bulan terdingin, oC
 D = kedalaman kolam, m.

- Fungsi kolam fakultatif adalah untuk menurunkan bahan-bahan organik secara Aerob dan Anaerob dengan bakteri anacrob dan mikro algae. Proses yang terjadi ialah penguraian bahan-bahan organik pada zona anaerob dan oksidasi oleh bakteri-bakteri aerob.
- Hasil proses adalah penurunan kadar BOD/COD dan peningkatan kadar oksigen.

Karakteristik Kolam Fakultatif

- ❖ Kadar pencemar sudah agak menurun (kemungkinan zat racun masih ada)
- ❖ Warna air hijau gelap
- ❖ Kadar oksigen terlarut > 3 mg/l
- ❖ Gas-gas yang dihasilkan mulai menurun
- ❖ Jenis ikan tertentu yang dapat hidup.

Fungsi kolam fakultatif:

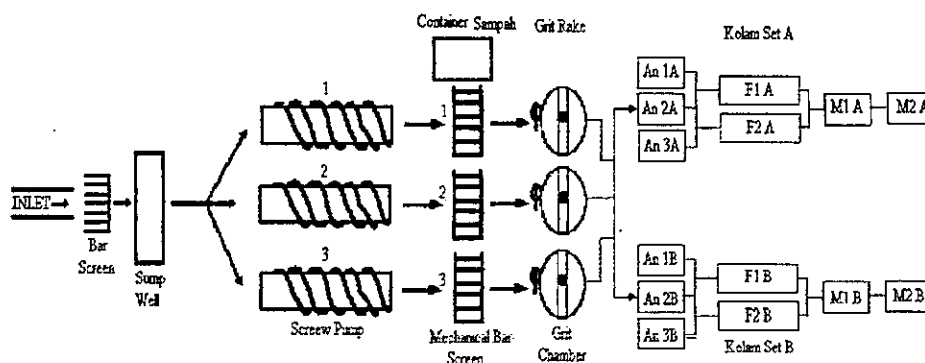
Untuk menurunkan bahan-bahan organik secara aerob dan anaerob dengan bantuan bakteri anaerob dan mikroalga. Proses yang terjadi: Penguraian bahan-bahan organik pada zona anaerob, oksidasi oleh bakteri aerob. Hasil proses : penurunan kadar BOD/COD, peningkatan kadar oksigen

8. Kolam Maturasi (Pematangan)

Kolam maturasi/pematangan adalah merupakan salah satu unit pengolahan air limbah dari sistem kolam stabilisasi yang penempatannya secara seri setelah kolam fakultatif. Kolam ini selama dan dalam proses adalah dalam kondisi aerobik penuh, sehingga kolam relatif dangkal (1-1,5m). waktu tinggal (*retention time*) dari kolam maturasi adalah antara 5-7 hari.

Dalam pengoperasian maupun pemeliharaan dari kolam maturasi adalah hampir sama dengan kolam fakultatif adalah sebagai berikut:

- a. Inlet dan outlet harus dijaga kelancaran pengolahannya. Terutama untuk inlet, harus bebas dari akumulasi lumpur, karena sistem ini merupakan kelanjutan dari kolam fakultatif yang mana kemungkinan penyumbatan inlet akibat akumulasi lumpur bisa terjadi.
- b. Alga yang terbentuk tidak boleh tinggal dipermukaan karena hal menimbulkan bau maka harus diangkat, dikeringkan dan dibuang pada tempat yang disediakan (disekitar kolam stabilisasi).
- c. Tidak diperbolehkan adanya tumbuhan besar/tanaman keras ditanam pada tanggul kolam dan bisanya hanya tanaman sejenis perdu yang tidak merusak tanggul. Tumbuhan rumput dapat ditanam dipinggiran tanggul dan talud sebagai pelindung tetapi tidak diperbolehkan sampai tumbuh kearah dasar kolam.
- d. Untuk mengetahui kualitas dari effluent, maka pencatatan secara rutin terhadap aliran di outlet/inlet harus dilakukan, berapa besar debit yang masuk dan keluar untuk mengetahui sampai sejauh mana kualitas dari effluent yang ada.
- e. Terhadap bahaya kerusakan tanggul, harus dilakukan pemeriksaan yang seksama tentang kemungkinan adanya pengrusakan dari binatang. Apabila hal ini terjadi maka perlu dilakukan tindakan pencegahan lebih lanjut. Selanjutnya skema tata letak (lay out) instalasi pengolahan air limbah domestik (lihat gambar 2.4.)



Gambar 2.4. Tata Letak (Lay Out) Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik

Karakteristik kolam maturasi :

- ❖ Kadar pencemar sangat kecil (zat-zat racun hampir tidak ada)
- ❖ Warna air hijau terang
- ❖ Oksigen terlarut > dari 6 mg/l
- ❖ Gas-gas yang dihasilkan tidak ada
- ❖ Beberapa jenis ikan dapat hidup
- ❖ Digunakan sebagai kolam indikator

Fungsi Kolam Maturasi

Untuk penyempurnaan kualitas air yang telah terproses. Proses yang terjadi: oksidasi bakteri aerob, fotosintesis mikro algae. Hasil proses: peningkatan kadar oksigen terlarut, penurunan kadar BOD/COD, penurunan bakteri pathogen.

9. Pengendapan Lumpur (*Sedimentation*)

Pengendapan lumpur terjadi terutama di kolam anaerobik yaitu kolam pertama yang menerima Influent. Jadi pengendapan perlu di monitor karena kedalaman lumpur mempengaruhi proses oksidasi. Pengendapan lumpur ini terjadi pada 3 kolam stabilisasi yaitu: kolam anaerobik, kolam fakultatif dan kolam maturasi.

BAB III

DESKRIPSI WILAYAH STUDI

3.1. Kota Bandung

3.1.1. Fisik

Daerah pelayanan instalasi air limbah Bojongsoang terletak di kota Bandung sedangkan instalasi pengolahan terletak di Kabupaten Bandung.

Kondisi Topografi dan Hidrologi Kotamadya Bandung terletak pada ketinggian 670 m sampai 900 m dari permukaan laut dengan kemiringan ke arah selatan. Sungai utama yang mengalir ke arah selatan dan bermuara ke Sungai Citarum diantaranya adalah:

1. Sungai Cibeureum
2. Sungai Cibuntu
3. Sungai Cibolerang
4. Sungai Cijantra
5. Sungai Cirangrang
6. Sungai Cikutra
7. Sungai Cikapundung
8. Sungai Cikapundung Kolot
9. Sungai Cidurian/Cijaura
10. Sungai Cipamokolan

Curah hujan rata-rata tahunan untuk Kotamadya Bandung yang didapat dari Stasiun Meteorologi Bandung adalah sebesar 3074,4 mm/tahun dengan Suhu rata-rata 23,01° C dan arah angin dominan dari arah barat dengan kecepatan rata-rata 53 knots

3.1.2. Administrasi Dan Kependudukan

Kotamadya Bandung adalah Ibukota dan kota terbesar di Propinsi Jawa Barat dengan luas wilayah 16730 ha, dan jumlah penduduk akhir tahun 1996 sekitar 2.271.659 jiwa.

Penyebaran penduduk menurut kepadatannya, secara umum adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1. Kepadatan Penduduk

Kepadatan Penduduk		Wilayah Penyebaran
Rendah	<100 Jiwa/Ha	• Daerah hunian terencana di Bandung Utara
Sedang	100-300 Jiwa/Ha	• Daerah hunian terencana diberbagai wilayah kota • Daerah hunian tradisional disekitar pnggiran kota
Tinggi	>300 Jiwa/Ha	• Daerah hunian tradisional disekitar pusat kota • Daerah hunian terencana tipe kecil yang tersebar di Bandung Selatan dan Perumnas

Sumber : BPS

Tingkat pertumbuhan penduduk Kotamadya Bandung adalah sekitar 2,04% pertahun. Tingkat pertumbuhan penduduk ini cukup tinggi, sehingga untuk masa yang akan datang

perlu dipersiapkan prasarana dan sarana perkotaan yang cukup dalam mengantisipasi perkembangan perkotaan. Jumlah penduduk yang diharapkan hingga tahun 2005 di Kotamadya Bandung adalah 2,5 Juta Jiwa.

Secara geografis Kotamadya Bandung terletak pada 107° Bujur Timur (BT) dan 6° 55" Lintang Selatan (LS), secara administrasi terdiri dari 6 wilayah pembantu Walikotamadya 26 Kecamatan, serta 135 Kelurahan/Desa.

Wilayah administrasi Kotamadya Bandung dibatasi oleh:

1. Kecamatan Padalarang dan Kotip Cimahi sebelah Barat.
2. Kecamatan Lembang dan Cisarua di sebelah Utara
3. Kecamatan Cileunyi di sebelah Timur
4. Kecamatan Dayeuhkolot dan Buah batu di sebelah Selatan.

Enam Wilayah di Kotamadya Bandung adalah:

1. Wilayah Bojonegoro
2. Wilayah Tegallega
3. Wilayah Karees
4. Wilayah Cibeunying
5. Wilayah Ujungberung
6. Wilayah Gedebage

3.1.3. Perkembangan Kota

Secara makro Kota Bandung pada awal tahun 1970-an pernah memiliki rencana pengembangan sebagai wilayah inti dari wilayah Bandung Raya. Namun konsep regional yang akan mengembangkan potensi kota-kota seperti Cianjur, Garut, Tasikmalaya untuk mengimbangi perkembangan kota Bandung ini tidak lagi diaplikasikan dan digantikan oleh strategi makro yang berlingkup metropolitan, dimana kawasan cakupannya lebih kecil dibandingkan dengan konsep pengembangan Bandung Raya.

Tabel. 3.2. Konsep Pengembangan Bandung Raya

Wilayah	Karakteristik wilayah
Bojonegoro	Hunian terencana, Bandara IPTN dan Industri lainnya
Tegallega	Hunian terencana dan tradisional, Kebun Binatang, ITB, UNPAD, UNPAR
Karees	Hunian tradisional dan terencana, Wilayah Niaga.
Cibeunying	Hunian tradisional dan terencana, Pusat Niaga, Komplek Militer dan Industri
Ujungberung	Hunian tradisional dan terencana, Wilayah Niaga
Gedebage	Hunian tradisional dan terencana, Wilayah Niaga

Sumber: Bappeda Kota Bandung, 2003

3.1.4. Sosial Ekonomi

Pendapatan Domestik Bruto (PDRB) DI Kotamadya Bandung pada tahun 1995 diestimasi mencapai Jumlah Rp. 6.833.099.430.000 atas dasar harga berlaku dengan laju pertumbuhan 21,84 %. Sedangkan atas dasar harga konstan 1993 diestimas mencapai jumlah Rp. 5.835.527.710.000 dengan laju pertumbuhan mencapai 12,32 %.

Pendapatan rata-rata rumah tangga berdasarkan survey yang dilakukan oleh konsultan MBUDP (Metropolitan Bandung Urban Development Project) adalah sebesar Rp.252.000.000

Jumlah angkatan kerja di Kodya Bandung adalah sebesar 856.860 orang, Julah yang bekerja sebesar 765.416 orang atau 89,33 % dan sisanya bekerja sektor Industri dan sektor lainnya.

3.1.5. Kondisi Sanitasi Lingkungan:

Secara umum kondisi sanitasi di kotamadya Bandung adalah sebagai berikut:

Tabel 3.3. Kondisi Sanitasi Lingkungan

Kondisi Umum	Sumber Air Minum	Sistem Pembuangan Air Limbah		Kondisi Saluran Drainase	Daerah Pada Umumnya
		Padat	Cair		
Baik	PDAM atau air tanah kualitas baik	Septic Tank atau terpusat	Terpusat/resapan	Normal	Bandung Utara - Daerah Terencana
Sedang	PDAM atau air tanah kualitas baik	Septic Tank	Saluran atau Drainase	Sedikit tercemar abu-abu	Bandung Barat dan Timur - Terencana Bandung Utara - Tradisionil
Kurang	Air tanah Kualitas rendah	Langsung ke sungai/ saluran	Langsung ke sungai/ saluran	Tercemar Hitam	Bandung Barat dan Timur/ selatan - Tradisionil

Sumber: Laporan akhir optimalisasi air limbah kota Bandung oleh DPU Propinsi Wilayah Jawa Barat, 2003

Cakupan pelayanan persampahan kota adalah 95,75 % dari total timbulan sampah dan prosentase samaph tersangkut dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Cakupan Pelayanan Pengelolaan Persampahan

Tabel 3.4. Cakupan Pelayanan

No	Sumber	Timbulan (m3 / hari)	Terangkat (m3/hari)	Persentase Pelayanan (%)
1.	Permukiman	4.075.000	3.939.710	96.68
2.	Pasar	460.000	460.000	100
3.	Komersial	328.660	328.660	100
4.	Perkantoran	296.350	296.350	100
5.	Fasilitas Umum	98.870	98.870	100
6.	Sapuan Jalan	320.000	320.000	100
7.	Kawasan Industri	1.299.120	1.141.537	87.87
8.	Saluran	12.000	12.000	100
Jumlah		6.890.000	6.597.127	95.97

Sumber: Laporan akhir optimalisasi air limbah kota Bandung oleh DPU Propinsi Wilayah Jawa Barat, 2003

BAB IV

GAMBARAN UMUM OBYEK STUDI IPAL BOJONGSOANG

4.1. Umum

Wilayah Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Bojongsoang tidak terletak di wilayah pengembangan pemukiman yang masuk dalam wilayah administrasi Kelurahan Bojongsari, Kecamatan Bojongsoang Kabupaten Bandung (lihat gambar 1.1).

Instalasi IPAL Bojongsoang ini terletak di areal Bandung Selatan dan daerah bebas banjir akibat meluapnya sungai Citarum. Luas areal instalasi tersebut adalah seluas 85 Ha yang meliputi instalasi dan kolam oksidasi, terdiri dari 3 kolam : kolam anaerobik, kolam fakultatif, dan maturesi.

Kolam pengolah Bojongsoang merupakan bagian dari Unit Instalasi untuk mengolah air buangan secara Biologi dengan tujuan untuk menurunkan kadar bahan pencemar pada air buangan rumah tangga sehingga laik untuk dibuang ke badan air penerima dalam hal ini sungai Citarum.

Pengolahan ini berfungsi untuk mengolah air buangan domestik (buangan rumah tangga) yang masuk ke instalasi melalui saluran perpipaan.

Meskipun air buangan yang masuk ke instalasi pengolahan melalui saluran tertutup tetapi tidak menutup kemungkinan masuknya buangan jenis lain (non domestik) ke saluran tersebut.

Dengan demikian kontaminasi bahan-bahan beracun dari buangan non domestik sangatlah memungkinkan.

4.2. Aspek Fisik

4.2.1. Letak Geografis dan Batas-Batas Administrasi

Wilayah IPAL Bojongsoang yang termasuk wilayah administrasi Kelurahan Bojongsari luas administrasi 425,75 Ha sebelah Utara dibatasi jalan Tol Padaleunyi, sebelah Timur dibatasi anak sungai Citarik sebagai anak sungai Citarum, sebelah Selatan dibatasi Kecamatan Dayeuhkolot dan sebelah Barat dibatasi jalan raya Dayeuhkolot.

4.2.2. Iklim dan Curah Hujan

Seperti pada umumnya iklim dan curah hujan kota Bandung, iklim dan curah hujan wilayah Bojongsoang Kabupaten Bandung dipengaruhi oleh iklim pegunungan yang

lembab dan sejuk yang dinamakan Cekungan Bandung. Namun demikian pada akhir-akhir ini dengan semakin pesatnya pembangunan yang secara langsung maupun tidak langsung mengakibatkan terjadinya pula perubahan tata guna lahan (land use) serta terjadinya penebangan-penebangan pohon/tanaman dipinggir jalan dan semakin meningkatnya pergerakan kendaraan bermotor mengakibatkan suhu udara dikota/Kabupaten Bandung semakin meningkat.

Namun demikian apabila dibandingkan dengan kota-kota besar lainnya, iklim di kota/Kabupaten Bandung masih sejuk dimana temperatur rata-rata Kota Bandung berkisar 22,6 °C dengan curah hujan rata-rata berkisar 238,4 mm dan jumlah hari hujan rata-rata berkisar 20,2 hari/bulan seperti dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1.

Keadaan Temperatur, Curah Hujan, Hari hujan, Lamanya Penyinaran Matahari dan Kelembaban Udara Kota Bandung

BULAN	Rata-rata	TEMPE RATUR (°C) Max	Min	CURAH HUJAN (mm)	HARI HUJAN (HR)	LPM (%)	PENGU APAN (mm)	TEKANAN UDARA (mb)	KELEMB ABAN NISBI (%)
Januari	22.3	27.4	17.5	317.0	25	48	2,6	924.4	85
Pebruari	22.3	27.7	17.5	254.1	26	40	2,9	923,3	85
Maret	22.5	28.3	17.1	399.3	27	52	3,1	923.3	85
April	22.8	28.4	17.8	320.2	28	51	2,6	922,6	83
Mei	22.3	28.8	17.7	179.5	19	58	2,8	921.9	77
Juni	22.8	28.6	16.4	62.1	7	69	2,8	922,9	77
Juli	22.1	28.1	15.6	117.2	11	73	3	922,9	76
Agustus	22.6	28.3		140.0	10	63	3,3	922,9	77
September	22.7	28.5		80.0	15	53	2,9	922,6	84
Oktober	22.4	27.7		220.6	23	38	2,3	922,9	84
November	22.5	27.6		430.9	25	43	3,1	922,9	81
Desember	22.9	28.0		340.0	26	55	3,4	922,8	81
Rata-rata	22.6	28.1	17.1	238.4	20,2	54	3,5	922,8	82

Sumber Kantor Meteorologi dan Geofisika Bandung

4.2.3. Kondisi Topografi

Kawasan obyek studi terletak pada ketinggian berkisar antara 661 – 678 meter diatas permukaan laut. Kemiringan lahan rata-rata berkisar antara 0 – 6 %. Dengan kemiringan lahan diatas, kawasan obyek studi dapat dianggap relatif datar, namun masalah drainase dan penyaluran air kotor atau buangan pada kawasan obyek studi tidak menjadi permasalahan yang berarti.

4.2.4. Kondisi Geologi Permukaan dan Jenis Tanah

Yang dimaksud dengan kondisi geologi permukaan dan jenis tanah disini adalah sebaran batu dan tanah di permukaan hingga kedalaman batuan dasar. Berdasarkan kesesuaian lahan yang dilakukan oleh Direktorat Tata Lingkungan di Wilayah Antapani yang juga didalamnya termasuk kawasan perencanaan, diperoleh gambaran kondisi geologi kawasan perencanaan yang terdiri dari jenis lempung lanau, lapisan gambut, lapisan pasir dan lempung pasir dengan jenis yang tersebar di kawasan perencanaan umumnya berupa tanah alluvial.

4.2.5. Kondisi Geohidrologi

Kedalaman muka air tanah di kawasan perencanaan berkisar antara 10 – 25 m di bawah permukaan tanah. Kualitas air tanah termasuk baik yakni tidak mengandung zat-zat kimia yang membahayakan kesehatan.

4.3. Aspek Sosial Ekonomi

4.3.1. Umum

Daerah perencanaan merupakan bagian wilayah administrasi Desa Bojongsari dimana penduduk yang ada di wilayah desa tersebar dalam 16 RW dan 84 RT. Dengan semakin lancarnya sarana transportasi yang ada saat ini menyebabkan kemajuan yang sangat pesat baik itu disektor pendidikan, sosial dan ekonomi. Walaupun daerah perencanaan merupakan wilayah perluasan Kotamadya Bandung, tetapi apabila ditinjau dari potensi yang ada maka akan terjadi kemajuan yang sangat pesat dalam bidang pembangunan di masa yang akan datang.

4.3.2. Kependudukan

Jumlah penduduk kelurahan Bojongsari, Kecamatan Bojongsoang pada tahun 2002 tercatat sebanyak 17.862 jiwa yang tersebar pada 16 RW.

4.3.3. Komposisi Penduduk Menurut Klasifikasi Usia, Mata Pencarian, Pendidikan dan Agama

Penduduk Kelurahan Margasenang, Kecamatan Margacinta dapat digolongkan menurut klasifikasi usia yang maksudnya untuk melihat komposisi antara penduduk dewasa dan anak-anak. Klasifikasi menurut mata pencarian dimaksud untuk mengetahui kegiatan perekonomian masyarakat secara umum yang nantinya dapat dipakai sebagai indikator kemampuan masyarakat untuk membayar retribusi fasilitas penyalur air

buangan, klasifikasi menurut pendidikan dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kesadaran masyarakat terhadap pentingnya keberadaan fasilitas penyaluran air buangan, sedangkan klasifikasi menurut agama dimaksudkan untuk mengetahui komposisi agama yang ada di wilayah perencanaan, serta presentase kepemelukannya.

4.4. Cakupan Pelayanan IPAL Bojongsoang

Cakupan pelayanan Instalasi Pengolahan Air Limbah Bojongsoang adalah meliputi wilayah Bandung Tengah / Selatan, terdiri dari 32 Kelurahan dengan total populasi : 469.154 orang lihat tabel 4.2. Berdasarkan wawancara dengan bagian perencanaan, seksi operasi, pemeliharaan dan seksi dokumentasi daerah yang sudah terlayani sekitar 60 % dari total populasi : 281.492 orang atau \pm 56.298 KK.

Tabel 4.2. Cakupan Pelayan

No	Kelurahan	Luas Area (Ha)	Populasi (jiwa)	Keterangan
1	Braga	.55	9.719	
2	Kebon Pisang	65	45.420	
3	Panjunan	39	8.921	
4	Nyengseret	38	14.479	
5	Balaong gede	46	12.085	
6	Pungkur	30	11.888	
7	Ciatel	45	12.492	
8	Cikawao	38	20.543	
9	Peledang	33	9.261	
10	Burangrang	510	11.535	
11	Malabar	670	10.463	
12	Lingkar Selatan	118	14.586	
13	Tamansari	102	29.910	
14	Babakan Ciamis	80	9.406	
15	Citarum	114	5.986	
16	Merdeka	114	10.208	
17	Cihapit	123	9.611	
18	Sukaluyu	63	15.093	
19	Sukapada	50	12.511	
20	Cihaur geulis	74	18.437	
21	Sukamaju	42	15.376	
22	Cicadas	52	16.509	
23	Padasuka	51	19.052	
24	Samoja	54	14.882	
25	Kacapiring	78	12.894	
26	Kobonwaru	96	18.075	
27	Cibangkong	64	20.865	
28	Maleer	38	14.603	
29	Kebon gedang	29	11.677	
30	Kebon jati	28	16.361	
31	Kebon kangkung	45	11.993	
32	Antapani	421	44.513	
	Total	3405	469.154	

Sumber PDAM Bandung (2003)

Debit yang diharapkan dari 60% total populasi = $281.492 \times 140 \text{ l/orang/hari} = 390.088.880 \text{ l/orang/hari}$ jadi debit harian = $39.408,88 \text{ m}^3/\text{orang/hari}$

4.5. Komponen IPAL

➤ Saluran Pengangkutan

Pengangkutan air limbah domestik dilaksanakan aliran gravitasi melalui pipa induk (trunk sewage) \pm 137 Km dilengkapi dengan menhala dan saluran terbuka \pm 4,5 Km.

➤ Unit Instalasi Pengolahan Air Limbah Bojongsoang terdiri dari :

- Unit Pengolahan Fisik
- Unit Pengolahan Biologi

Secara keseluruhan rangkaian unit pengolahan tersebut meliputi

- Bar Screen (Saringan kasar)
- Sump Well (Bak pengumpul)
- Scew Pump (Pompa ulir)
- Mechanibal Bar Screen (Saringan halus)
- Screening Press (Pemadat sampah)
- Container sampah
- Grit Chamber (Bak pemisah pasir)
- Grit Rake (Pengangkat pasir)
- Kolam Anaerobik
- Kolam Maturasi
- Out Fall.

➤ Pengolahan Fisik

- Saringan kasar (Bar screen)
- Untuk menyaring sampah berukuran besar (diatas 50 mm)
- Pompa Ulir (Scew Pump)
- Untuk memompa air
- Saringan halus (Mechanical Bor Screen)
- Untuk menyaring sampah berukuran kecil (20 – 50 mm)
- Grit Chamber
- Bak pemisah lumpur dan pasir
- Screening Press

Untuk memadatkan sampah yang dihasilkan oleh jaringan halus.

➤ Pengolahan Biologi

Proses pengolahan (**lihat gambar 4.1**)

- **Proses Anaerobik**

Penurunan bahan organik secara anaerobik dengan bantuan mikroorganisme Anaerob.

- **Proses Fakultatif**

Penurunan bahan organik secara aerob

- **Proses Maturasi (Pematangan)**

Penyempurnaan kualitas air dan akhirnya mengalir ke badan penerima air.

4.6. Parameter Desain Instalasi Pengolahan Bojongsoang

➤ Kolam Anaerobik

- Debit	80.835 m ³ /hari
- Beban Volumetrik	275 gr BOD/ m ³ /hari
- BOD Influen	360 mg/L
- Total Beban Organik	20.100 kg/BOD/hari
- Retention Time	2 hari
- Kedalaman Kolam	4 meter
- Luas Area	4.04 Hektar
- Temperatur	22.5 0C
- BOD Efluen	144 mg/L

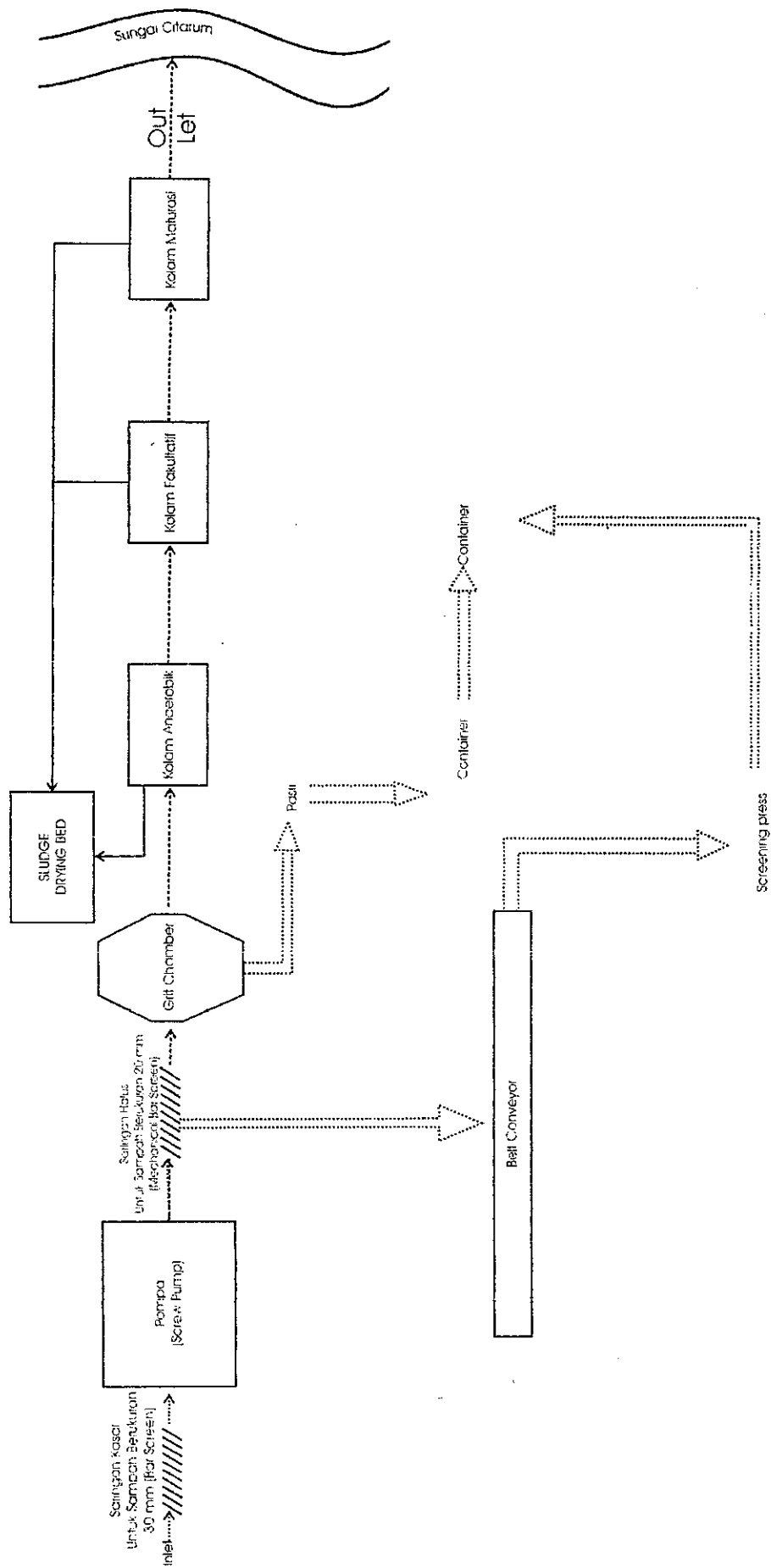
➤ Kolam Fakultatif

- Debit	80.835 m ³ /hari
- Beban Volumetrik	300 gr BOD /m ³ /hari
- BOD Influen	144 mg /L
- Total Beban Organik	11.640 kg BOD /hari
- Retention Time	5, 6 – 7 hari
- Kedalaman Kolam	2 meter
- Luas Area	29,8 Hektar
- BOD Efluen	50 mg /L

➤ Kolam Maturasi (Penjernihan)

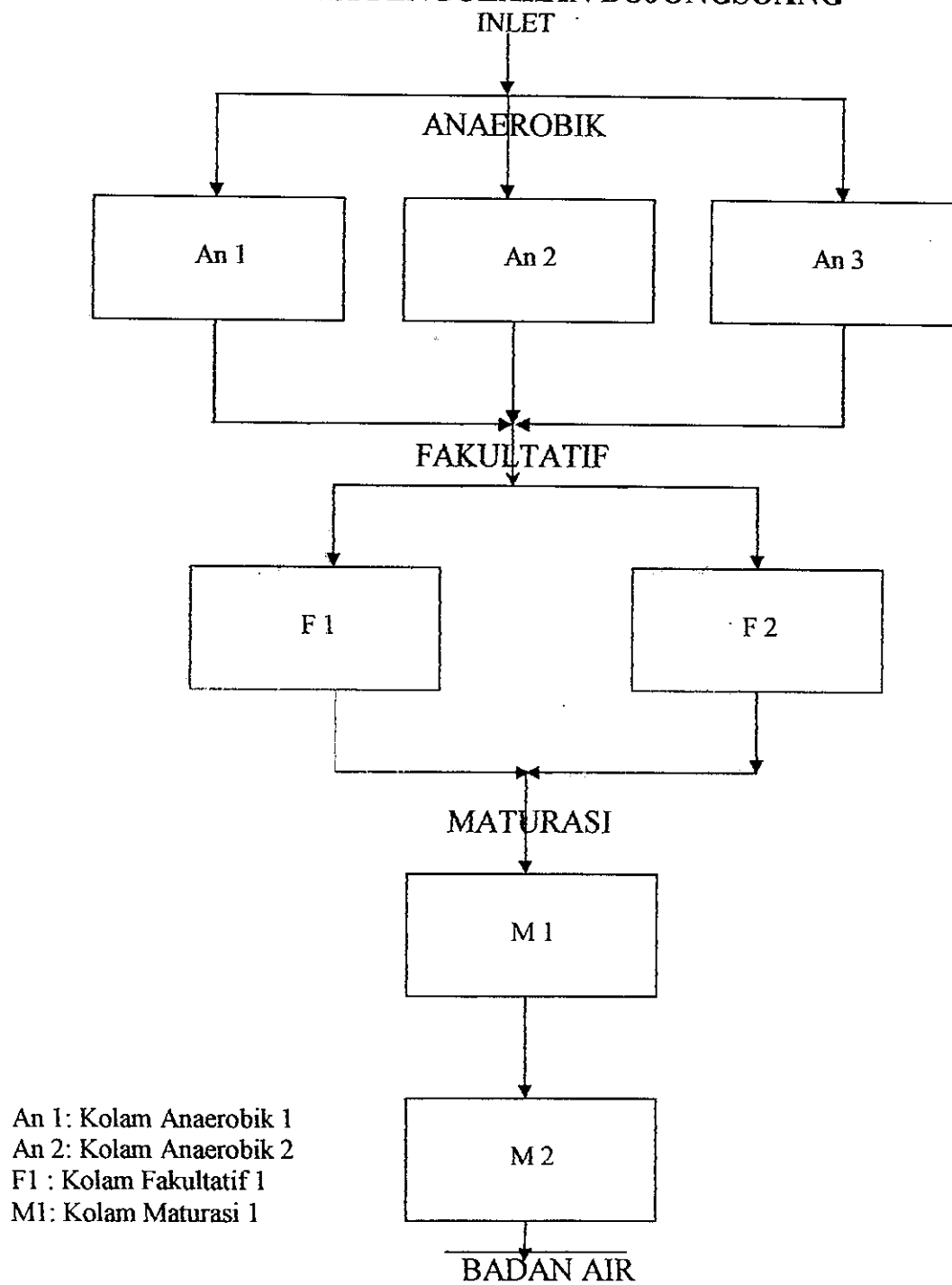
- Debit	80.835 m ³ /hari
- Kandungan Felacoli	5.000 FC /100 ml
- BOD Influent (Kandungan BOD	
- Dalam air kotor yang akan diolah)	30mg/l
- Retention Time	3 hari
- Kedalaman Kolam	1.50 meter
- Luas Area	32,2 Hektar
- BOD Efluent (Hasil pengolahan)	30 mg/l

SKEMA INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH BOJONGSOANG



Gambar 4.1. Skema Pengolahan Air Limbah Bojongsoang (Sumber: PDAM, 2003)

SKEMA PROSES KOLAM OKSIDASI INSTALASI PENGOLAHAN BOJONGSOANG



Gambar 4.1. Skema Proses Kolam Oksidasi

4.7. Karakteristik Kolam Pengolahan

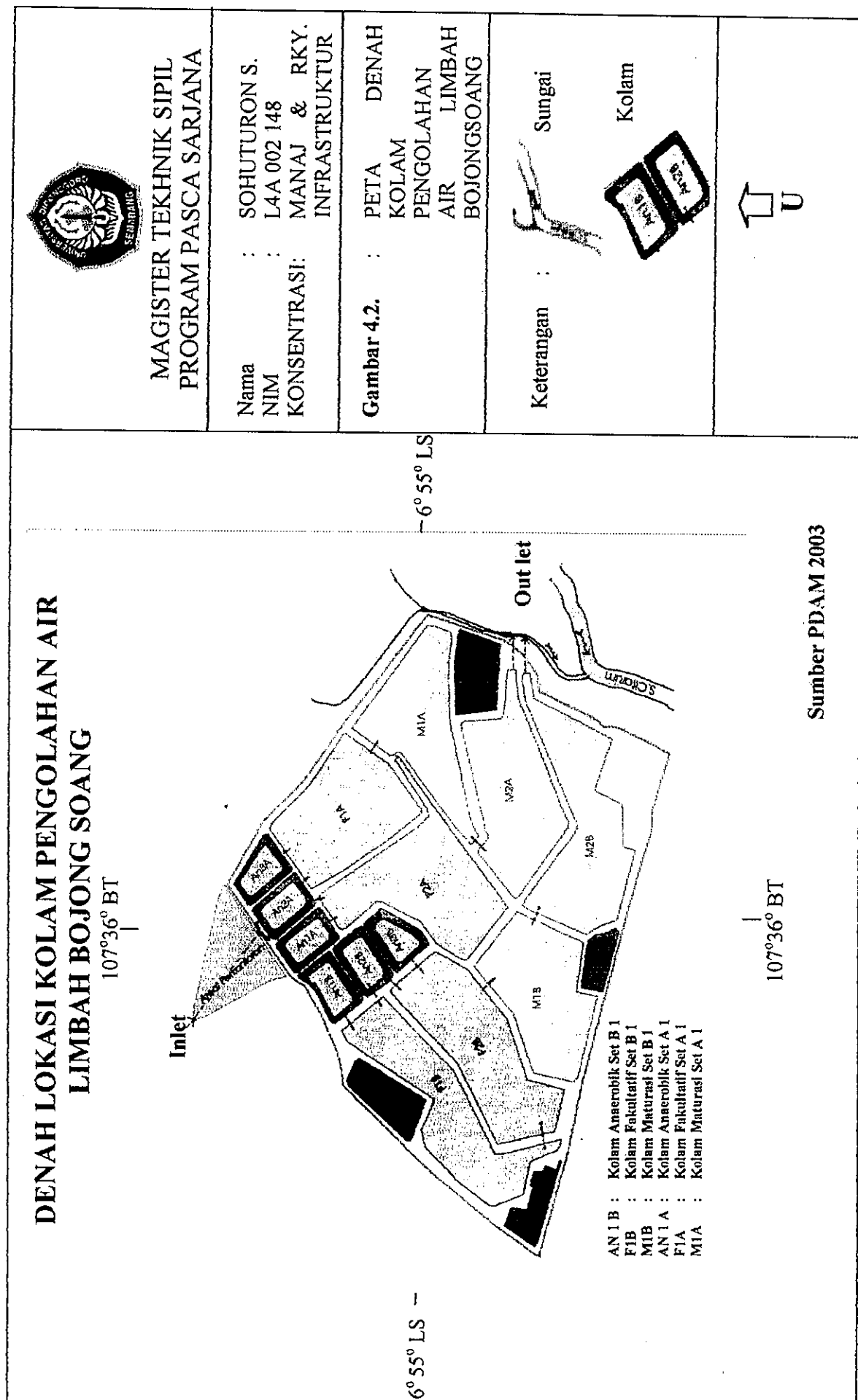
a. Kolam Anaerobik

- Kadar pencemaran masih tinggi (konsentrasi zat-zat racun masih tinggi).
- Warna air abu-abu sampai hitam
- Oksigen terlarut 0 mg/l
- Gas H₂S, CH₄ cukup tinggi
- Ikan tidak dapat hidup

b. Kolam Fakultatif

- Kadar pencemaran sudah agak menurun/kemungkinan zat racun masih ada
- Warna air hijau terang
- Oksigen terlarut > 6 mg/l
- Gas-gas yang dihasilkan tidak ada
- Berbagai jenis ikan dapat hidup
- Digunakan sebagai kolam indikator.

Selanjutnya denah lokasi pengolahan air limbah Bojongsoang (**dapat dilihat pada Gambar 42**)



4.8. Standard Operation Prosedure (SOP).

Sistem operasi dan pemeliharaan unit-unit mekanikal pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Bojongsoang

Tabel: 4.3

Sistem Operasi dan Pemeliharaan

No	UNIT EQUIPMENT	SISTEM OPERASI	PEMELIHARAAN	PERIODE PEMELIHARAAN
1	Bar Screen		<ul style="list-style-type: none"> ✦ Pembersihan sampah ✦ Pemberian grease pada pintu air 	Pembersihan sampah setiap saat
2	Screw Pump	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Dioperasikan secara manual atau otomatis sesuai dengan pengaturan selector Switch 	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Apabila tidak dioperasikan dalam waktu lama harus dijalankan selama 15 menit/tn ✦ Periksa petunjuk putaran motor sebelum dijalankan ✦ Penggantian olie dan grease untuk bearing ✦ Pemeriksaan tegangan V-belt drive 	Penggantian grease: <ul style="list-style-type: none"> ✦ Bearing 2 tahun ✦ Gear 5000 jam/18 bulan ✦ Motor 20.000 jam operasi ✦ Bearing motor periksa 3-5 thn
3	Belt Conveyor	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Pengoprasian berdasarkan fungsi discharge dengan memutar switch selektor ✦ Operasi otomatis berdasarkan signal dari mech. Bar Screen 15 detik maka Belt Conveyor akan bekerja 	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Pembersihan semua bagian secara berkala ✦ Pemberian lubrikan sesuai denga petunjuk ✦ Pemeriksaan tegangan rantai Belt Conveyor dan V-Belt sesuai instruksi 	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Pembersihan kotoran setiap hari ✦ Pengecekan oil level setiap minggu ✦ Pemberian oil dan grease setiap minggu ✦ Penggantian grease (lubrikasi) setelah 4000 – 6000 jam
3	Grit Removal	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Sesuai denga Screw yang jalan dan akan berhenti 15 menit setela screw pump mati 	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Pengurasan secara berkala ✦ Penggantian grease dan olie secara berkala 	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Penggantian olie pada Gear setiap 10.000 jam atau 2 tahun ✦ Penggantian greas setiap 10.000 jam
4	Grit Rake	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Pembersihan/pengurasan ✦ Penggantian olie dan grease 	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Pengurasan secara berkala ✦ Penggantian grease dan olie secara berkala 	<ul style="list-style-type: none"> ✦ Penggantian olie pada Gear setiap 10.000 jam atau 2 tahun ✦ Penggantian greas setiap 10.000 jam

Sumber : PDAM, 2003

• Unit Instalasi Pengolahan

Rangkaian unit Instalasi Pengolahan Air Limbah Bojong soang terdiri dari:

- Unit Pengolahan Fisik
- Unit Pengolahan Biologi

Secara keseluruhan rangkaian unit pengolahan tersebut meliputi:

1. Bar Screen (Saringan Kasar)
2. Sump Well (Bak Pengumpul)
3. Screw Pump (Pompa Ulir)
4. Mechanical Bar Screen (Saringan Halus)
5. Screening Press (Pemadat Sampah)
6. Container Sampah
7. Grit Chamber (Bak Pemisah Pasir)
8. Grit Rake (Pengangkat Pasir)
9. Kolam Anaerobik
10. Kolam Fakultatif

11. Kolam Maturasi

12. Out Fall

• **Unit Mekanikal**

Rangkaian Unit Mekanikal Pada Instalasi Pengolahan

Tabel: 4.4

Unit Mekanikal

No	Nama Unit	Rangkaian	Jumlah (Buah)	Keterangan
1.	Bar Screen	-	2	Dalam 1 unit
2	Screw Pump	Screw Bearing	3	
		Gear	3	
		Coupling	3	
		V-Belt	3	
		Backstop	3	
3	Screening Conveyor	Drive Unit	1	
		Belting	1	
		Roller	1	
		Pulley	1	
		Drip Pan	1	
		Structure	1	
4	Grit Scraper	Motor reducer	3	
		Gear Box HU	3	
		Overload device	3	
	Mech. Bar Screen	Frame	1	
		Gear Box	1	
		Chain Conveyor	1	
		Elektrik Motor	1	

Sumber PDAM Kota Bandung

• **Unit Elektrikal**

Rangkaian Unit Elektrikal Pada Instalasi Pengolahan

Tabel: 4.5**Unit Elektrikal**

No	Nama Unit	Kapasitas	Jumlah	Keterangan
1	PLN	414 KVA/380 VOLT/50 Hz		
2	Genset	450 KVA/380 VOLT/50 Hz	1 Unit	Cadangan listrik
3	MCCP (Main Circuit Control panel)		1 Unit	Untuk kontrol operasional unit-unit Mekanikal inst.
4	PMP (Procces Monitoring Panel)		1 Unit	Kontrol Sist. Informasi (monitoring gangguan)
5	Ultrasonic Transducer		2 Unit	Kontrol flow Meter dan level meter
6	Supm Pump		1 Unit	Beroperasi Manual
7	Circuit Breaker Dan Thermol Rellay		1 Unit	Pelindung arus beban

- **Kolam Pengolahan**

Kolam pengolahan terdiri dari 2 set yaitu set A dan set B dengan masing-masing 7 buah kolam setiap set.

Setiap rangkaian kolam (set A dan set B) terdiri dari:

1. Kolam Anaerobik
2. Kolam Fakultatif
3. Kolam Maturasi

Spesifikasi setiap kolam sesuai dengan data terlampir

4.9. Sistem Pengoperasian

- ❖ Air yang masuk dari Ventury chanel masuk ke kolam Anaerobik dengan pembagian yang sama pada 3 buah kolam Anaerobik
- ❖ Sesuai dengan waktu tinggal pada kolam ini (2 hari) air masuk ke kolam Fakultatif melalui out fall kolam
- ❖ Dari kolam fakultatif dengan waktu tinggal (6-7 hari) yang akan keluar melalui outfall kolam menuju kolam Maturasi 1

- ❖ Waktu tinggal air pada kolam Maturasi 1 selama 3 hari dan masuk ke kolam maturasi 2 dengan waktu tinggal 3 hari dan keluar menuju badan air penerima

Dimensi Kolam Pengolahan Set B Instalasi Bojongsoang

Tabel 4.6. : Dimensi Kolam Pengolahan

No	Kolam	Luas (M ²)	Volume (M ³)	Luas (Ha)
1	Anaerobik 1B	14.347	34.209,4	1.43
2	Anaerobik 2B	14.302	34.613	1.43
3	Anaerobik 3B	15.183	39.955	1.52
4	Fakultatif 1B	148.120	222.100	14.81
5	Fakultatif 2B	143.205	214.500	14.32
6	Maturasi 1B	165.191	247.755	16.52
7	Maturasi 2B	162.232	244.248	16.22

Sumber : PDAM, 2003

4.10. Sistem Pemeliharaan

1. Kolam Anaerobik

- ❖ Pembabaran rumput sekeliling kolam
- ❖ Pengangkatan gulma air seperti eceng gondok, tanaman liar dsb.
- ❖ Pengangkatan scum
- ❖ Pengangkatan sampah yang lolos dari saringan

2. Kolam Fakultatif

- ❖ Pembabaran rumput sekeliling kolam
- ❖ Pengangkatan gulma air seperti eceng gondok, tanaman liar dsb.
- ❖ Pengangkatan blue green algae

3. Kolam Maturasi

- ❖ Pembabaran rumput sekeliling kolam
- ❖ Pengangkatan gulma air seperti eceng gondok, tanaman liar dsb.
- ❖ Pengangkatan blue green algae
- ❖ Pembersihan outfall kolam

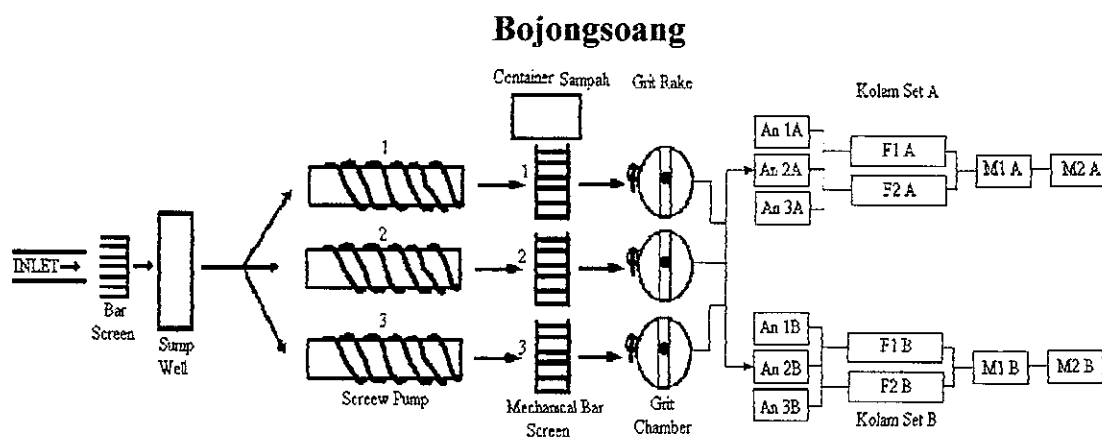
4.11. Acuan Petunjuk Operasional Sistem Mekanikal Elektrikal

Bojongsoang Sewerage Treatment Plant Operations And Manintenance Manual Book

Bag. 1 : Plant Description and Operation Details

- Bag. 2** : Equipment Instructions
- ❖ Screw Pump
 - ❖ Bar Screen
 - ❖ Mechanical Bar Screen
 - ❖ Grit Removal
- Bag. 3** : Equipment Instructions (Screening Press)
- ❖ Screening press
 - ❖ Sludge pump
 - ❖ Organics Return Pump
 - ❖ Penstocks
 - ❖ Workshop Equipment
- Bag. 4** : Electrical System
- ❖ Electrical System Operation
 - ❖ Level Central System
 - ❖ Flow Recorder
 - ❖ Genset
 - ❖ Water Supply System

Skema Proses Kolam Stabilitas Instalasi Pengolahan Air Kotor



Gambar: 4.3 Skema Proses Mekanikal

BAB V

METODOLOGI PENELITIAN

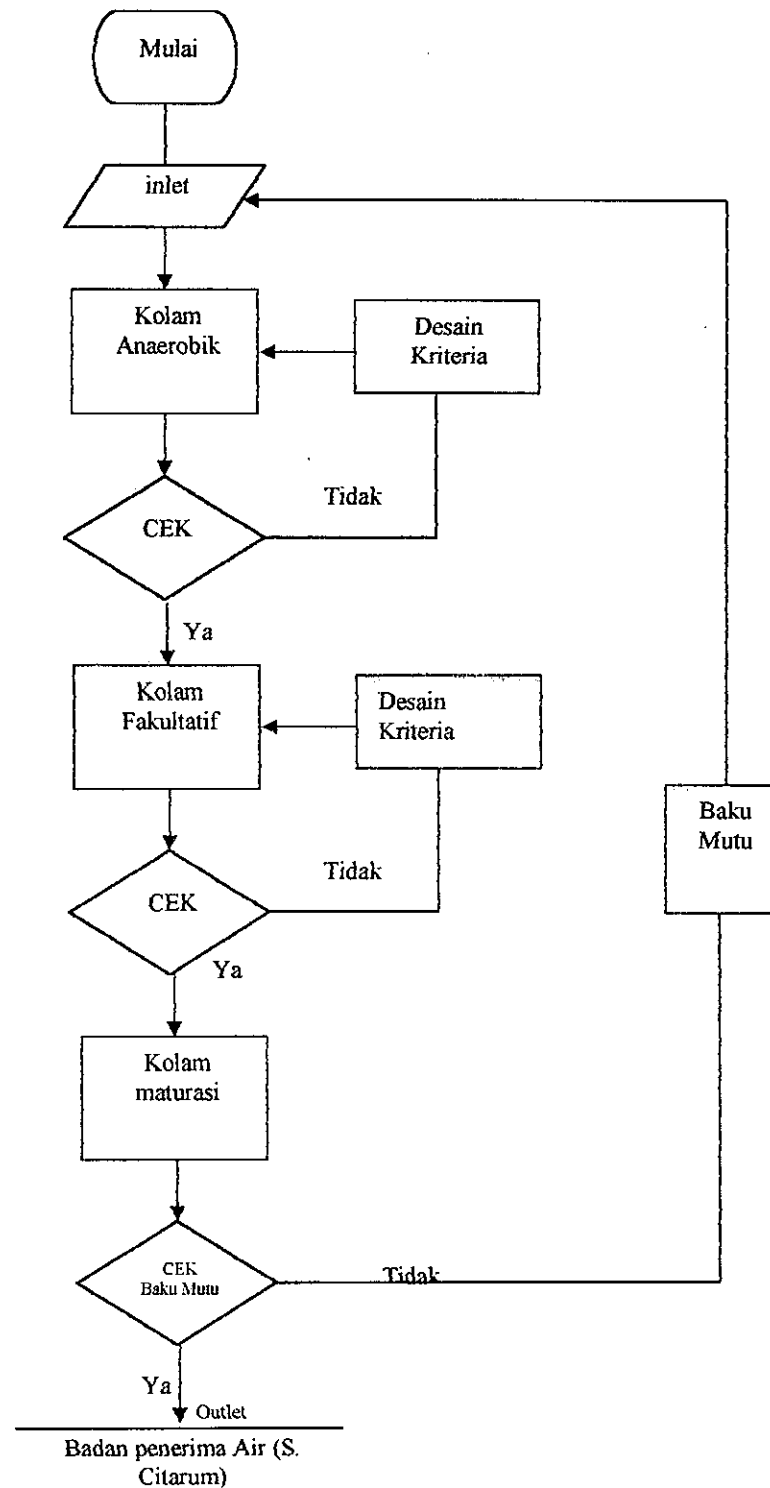
5.1. Metode Penelitian

Studi ini berusaha untuk mengungkapkan kinerja kolam pengolahan air limbah di kolam Anaerobik, kolam Fakultatif serta kolam Maturasi sesuai dengan fungsinya masing-masing.

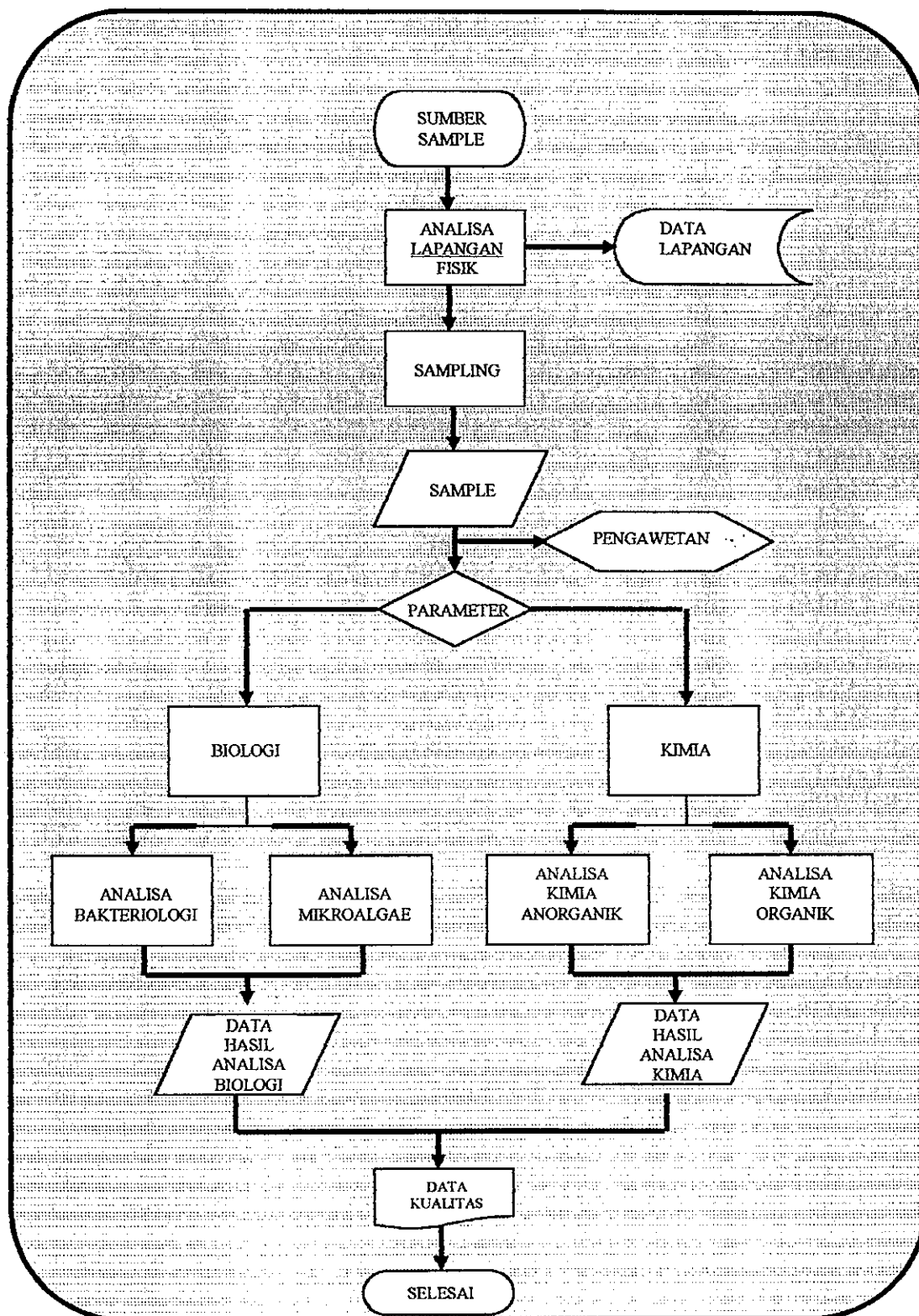
Berdasarkan hal tersebut, maka metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode penelitian obeservasi-kuantitatif (pendeteksian objek dan standarisasi kualitas air). Jadi metode penelitian ini adalah metode **evaluatif & studi komparasi antara objek di lapangan dengan standard/kriteria desain dan baku mutu (lihat gambar 5.1.)**

Metode ini dilaksanakan untuk membandingkan desain parameter kolam oksidasi dengan desain kriteria, apakah terjadi penyimpangan atau perbedaan yang signifikan. Demikian juga membandingkan hasil kinerja kolam dimana terjadi proses stabilitasi yaitu membandingkan hasil analisa laboratorium (**lihat gambar 5.2**) dan desain parameter/baku mutu yaitu reduksi parameter BOD Fecal Coli dan parameter lainnya di inlet maupun outlet.

Alur Kerja (Flow Chart) Evaluasi Parameter Kolam Dengan Desain Kriteria



Gabar 5.1 : Alur Kerja (Flow Chart) Evaluasi parameter kolam dengan desain kriteria



Gambar 5.2. Flowchart Analisa Kualitas Air Limbah

Mengukur kedalaman lumpur terutama dikolam anaerobik karena didalam kolam inilah yang paling dominan terjadi proses stabilitasi secara biologi. Kedalaman lumpur sangat mempengaruhi proses stabilitasi. Mengukur kapasitas kolam yaitu volume yang ada saat ini, apakah terjadi perbedaan yang signifikan dengan desain parameter kolam. Alur kerja penelitian (lihat gambar 5.3)

Metode kuantitatif dilaksanakan dengan cara survei, yang menyajikan data secara deskriptif-eksplanasi hasil pengukuran. Sehubungan dengan itu peneliti melakukan analisis berdasarkan data yang aktual dilapangan seperti kualitas air sebelum diolah maupun sesudah diolah di kolam pengolahan dan keluar kebadan penerima air, diharapkan memenuhi standar baku mutu sesuai dengan KEPMEN KLH. NO. 02/MENKLH/1/1998 tentang: Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan.

Pernyataan standar di uji dengan statistik $t = \frac{\bar{x} - \mu}{S / \sqrt{n}}$ (Mustafid, 1999)

Dimana X : Rata-rata objek penelitian
 S : Standar Deviasi
 μ : Desain kriteria
 n : Elemen Observasi

5.2. Variabel Penelitian

Variabel-variabel penelitian sesuai dengan komponen permasalahan adalah sebagai berikut:

- Variabel Normatif yaitu :
 - Debit
 - Beban Volumetrik
 - BOD Influen
 - Total Beban Organik
 - Retention Time
 - Kedalaman Kolam
 - Luas Area
 - Temperatur
 - BOD Efluen

5.3. Metode Pengumpulan Data

- Teknik Pengumpulan Data.

Mengumpulkan data (*Collecting data*) yang diperlukan dalam penelitian ini dilakukan dengan cara studi dokumentasi dan observasi langsung. Langkah langkah yang diperlukan antara lain adalah:

- a. Menyusun daftar data yang diperlukan
- b. Menentukan sumber data dari macam data yang diperlukan.
- c. Menyusun pedoman pengambilan data berupa pedoman pengambilan sampel di lapangan.
- d. Pengambilan data (Pengukuran)
- e. Pengelompokan dan penyusunan data.
- f. Menentukan periode pengambilan data.

5.4. Instrumen Pengumpul Data

Instrumen pengumpul data dilakukan dengan 2 (dua) macam yaitu:

- a. Pedoman pengambilan dokumen.

Pedoman tanya jawab dan wawancara, arsip (file) serta

- b. Pengukuran langsung dilapangan.

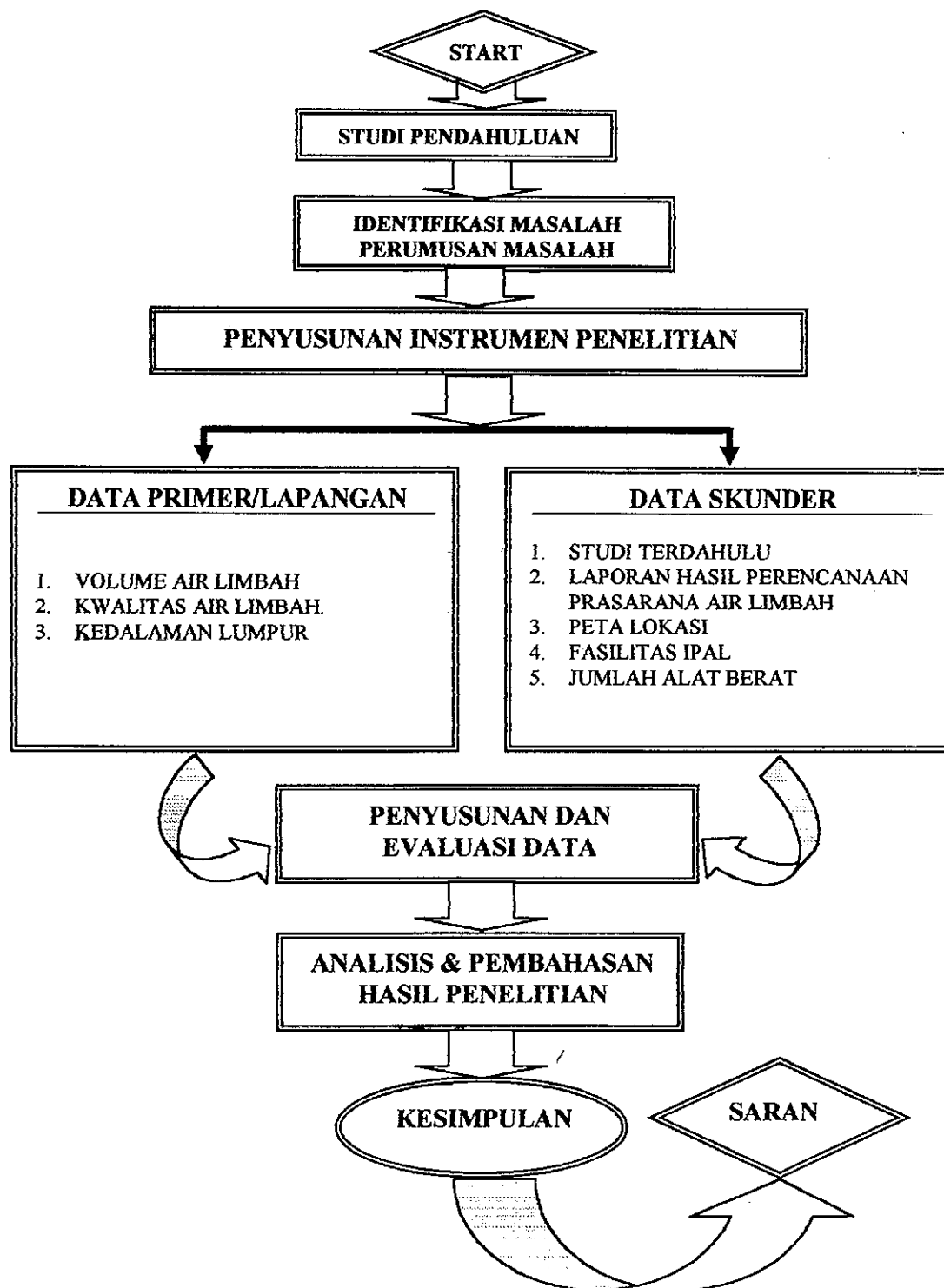
5.5. Populasi dan Sampel Penelitian

- Populasi dan sampel

Pada penelitian ini yang menjadi populasi dan sampel dikemukakan dalam hubungannya dengan sumber data, yakni yang dijadikan obyek penelitian. Populasi penelitian ialah keseluruhan kegiatan pengolahan air limbah di kolam sedangkan sampelnya diambil secara purposive sampling, yaitu secara priodik melakukan pengumpulan sampel yang ada kaitannya dengan kinerja dan efisiensi kolam air limbah. Dimana sampel ini sesuai dengan desain kriteria

- Teknik Sampling:

Frekwensi pengambilan sampel dilakukan satu kali untuk analisa kualitas air limbah teknik pengambilan sampling yaitu diambil kurang lebih 1 liter di inlet, oulet kolam anaerobik = inlet kolam fakultatif, outlet = inlet kolam maturasi dan di outlet kolam maturasi. Pengukuran suhu warna dan konduktiviti langsung dilaksanakan di lapangan pada saat pengambilan sampel.

Alur Kerja Penelitian Sistem Operasi & Pemeliharaan Instalasi Pengolahan Air**Limbah: "Kinerja & Efisiensi Kolam Pengolahan"****Studi Kasus IPAL Bojongsoang****Kota Bandung**

BAB VI

KONDISI SAAT INI (EKSISTING) INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH BOJONGSOANG

6.1. Bar Screen

Fungsi Bar Screen ialah untuk menyaring benda-benda kasar yang terbawa dalam aliran air buangan baik yang mengapung atau yang terdapat didalam air buangan sehingga nantinya tidak mengganggu unit-unit pengolahan selanjutnya.

kondisi saat ini bar screen ini berfungsi baik tetapi ada 3 batang kisi-kisi patah sehingga sampah yang berukuran sedang seperti batal plastik masuk ke pengolahan selanjutnya karena lubang menjadi ukuran 15 cm bebas hambatan.

6.2. Sump Well (Sumur Pengumpul)

Fungsi sumur pengumpul ini ialah untuk menampung air buangan pada 1 bak sehingga aliran menjadi lambat dan tenang yang selanjutnya diangkat pompa ulir ke pengolahan selanjutnya kondisi sump well masih berfungsi baik hanya perlu perhatian supaya pasir dan partikel-partikel kasar lainnya juga sampai mengganggu pompa ulir.

Sumur pengumpul ini berukuran 3x3 m dengan kedalaman 1 m sehingga volume (kapasitas sumur) 6m³. permasalahan pada sumur pengumpul ini ialah kolam tersebut menggerak pasir maka pasir akan terbawa aliran ke pompa ulir sehingga memasok dan ulir pompa.

6.3. Pompa Ulir (Screw Pump)

Fungsinya ialah untuk menaikkan air buangan ke Grit Chamber dimana masih ada sampah-sampah yang berukuran sedang sampai kecil.

Pompa ulir ini sudah rusak 1 unit dan yang masih jalan 2 unit. Pompa ulir yang rusak ini belum diperbaiki, akibatnya proses terganggu.

6.4. Mechanical Bar Screen

Fungsinya ialah menyaring sampah-sampah yang lolos dari bar screen yang pertama. sampah-sampah ini dipisahkan masuk ke container melalui belt conveyor dan air buangan masuk ke unit selanjutnya. Alat ini sering mengalami kerusakan pada rantai (belt conveyor) sehingga mengganggu operasi yang sedang berjalan. Hal ini terjadi karena sampah-sampah plastik yang terjepit pada rantai sampah-sampah ini yang lewat pada bar screen.

6.5. Grit Chamber (Bangunan Penangkap Pasir)

Fungsinya ialah untuk mengendapkan pasir kasar dan halus dari aliran air buangan yang dapat. Selanjutnya jenis kerusakan/masalah lihat tabel 6.1. & 6.2. mengganggu alat mekanis unit pengolahan selanjutnya kerusakan pada alat ini ialah alat pengangkat (tuas) pasir selanjutnya 2 unit, sehingga mengganggu operasi.

6.6. Kolam Oksidasi (Oxidation Ditch)

6.6.1. Kolam Anaerobik

Pengukuran dilapangan khusus untuk kolam dilakukan yaitu tanggal 5 Juli 2004. Pengukuran sebelumnya yaitu pengukuran khusus ketinggian lumpur di kolam Anaerobik dilakukan tanggal 12 s/d 15 Maret 2004.

Luas kolam anaerobik $1,2,3 = 4,03$ Ha. sesuai dengan desain parameter/desain parameter/desain kriteria. Kedalaman air rata-rata = $350 \text{ m} > 4 \text{ m}$ (desain kriteria) sedangkan ketinggian lumpur = $0,94 \text{ m}$. Masalah pada kolam anaerobik ialah: ketinggian lumpur sudah melebihi ambang batas yaitu $0,25-0,50 \text{ m}$, sehingga sudah mengganggu proses stabilisasi sehingga BOD di dasar kolam > 0 .

6.6.2. Kolam Fakultatif

Luas kolam fakultatif = $17,79 \text{ Ha} < 29,80 \text{ Ha}$. Kedalaman rata = $1,80 \text{ m} < 2,00 \text{ m}$ (desain kriteria). ketinggian lumpur rata = $0,30 \text{ m}$. Masalah pada kolam ini ialah, kalau hujan air masuk dari jalan yang berada disamping kolam sehingga mengganggu proses stabilisasi.

6.6.3. Kolam Maturasi

Luas kolam maturasi = $16,15 \text{ Ha} < 32,50 \text{ Ha}$ /desain kriteria. kedalaman rata-rata $1,25 \text{ m} < 1,50 \text{ m}$ < desain kriteria. ketinggian lumpur rata-rata = $0,15 \text{ m}$. Masalah dikolam maturasi ialah adanya bocoran pada tanggul. Hal ini terjadi karena penduduk setempat menggembalakan kerbau di sekitar kolam sehingga merusak tanggul dan bocor.

Masalah yang kedua ialah penduduk disekitar mencuri air dari kolam dengan cara membobol tanggul atau pakai pompa, hal ini akan mengganggu operasi.

Tabel 6.1
Kerusakan Unit-Unit Mekanikal Elektrikal

No	Unit Instalasi	Jenis Kerusakan	Jumlah Unit yang Rusak
1	Bar Screen	Kisi-kisi Bar Screen	3 Batang
2	Screw Pump 1	Van Belt	1 Unit
	Screw Pump 2	-	-
	Screw Pump 3	-	1 Unit rusak total
3	Mek. Bar Screen 1	Sisir bar screen	1 Unit
	Mek. Bar Screen 2	Ratain	1 Unit
	Mek. Bar Screen 3	-	-

Sumber: Survei Lapangan, 2003

Tabel 6.2
Kerusakan/Masalah Pada Kolam Pengolahan

No	Lokasi Kolam	Jenis Kerusakan/Masalah
1	Kolam Set B	
	Kolam Anaerobik 1	Lumpur rata-rata 0,94 m
	Kolam Anaerobik 2	Lumpur rata-rata 0,94 m
	Kolam Anaerobik 3	Lumpur rata-rata 0,94 m
2	Kolam Fakultatif 1	Air drainase jalan, masuk ke kolam
	Kolam Fakultatif 2	Air drainase jalan, masuk ke kolam
3	Kolam Maturasi 1	Ada bocoran dan pencurian air
	Kolam Maturasi 2	Ada bocoran dan pencurian air

Sumber : Survei Lapangan, 2003

6.7. Hasil Analisa

Hasil analisa sampel air yang dilaksanakan tanggal 7 Juli 2004 dilakukan di laboratorium Fakultas Teknik Lingkungan ITB sebagai laboratorium independen.

Hasil analisa dapat: **(dilihat seperti pada tabel 6.3.)** Hasil analisa kualitas air untuk tahun 2003 pada laboratorium PDAM Bandung dapat: **(dilihat pada tabel 6.4.)**

Tabel 6.3
LAPORAN HASIL UJI LABORATORIUM

Hasil Analisis:

No	Parameter Analisis	Satuan	Sebelum Instalasi	Anaerob		Fakultatif		Maturasi	
			(Inlet)	(Inlet)	(Outlet)	(Inlet)	(Outlet)	(Inlet)	(Outlet)
1	Temperatur	°C	26	26	26		26		26
2	Warna	TCU	22,5 koloid	20 koloid	Kuning hijau		Hijau		22,5 koloid
3	Daya hantar listrik	Us/cm	885,0	857	703		676		734
4	Ph	-	6,94	7,22	7,34		7,17		5,66
5	CO2 total	mg/l	14,2	39,1	20,4		18,7		8
6	Bikarbonat (HCO3)	mg/l	288,6	239,5	231,4		180,5		149,1
7	Kesadahan (CaCO3)	mg/l	426,4	144,2	136,5		123,9		120,8
8	Kalsium (Ca)	mg/l	28,51	35,53	32,02		18,18		40,08
9	Amonia (NH3-N	mg/l	23,866	20,799	14,971		13,757		0,00
10	Nitrat (NO3)	mg/l	0,737	0,712	1,217		2,09		0,737
11	Nitrit (NO2)	mg/l	0,435	0,00	0,267		2,032		32,62
12	Klorida (Cl)	mg/l	58,75	60,66	55,64		52,14		14,04
13	Sulfat (SO4)	mg/l	16,87	15,13	9,41		12,2		3,28
14	Phosphat	mg/l	6,01	4056	5,053		3,637		2,231
15	Besi (Fe)	mg/l	2,79	3,39	2,07		1,27		1,02
16	Kromium (Cr)	mg/l	0,020	0,001	0,014		0,001		0,009
17	Tembaga (Cu)	mg/l	0,020	0,001	0,005		0,005		0,008
18	Mangan (Mn)	mg/l	0,06	0,10	0,10		0,08		0,03
19	Seng (Zn)	mg/l	0,163	0,009	0,093		0,071		0,116
20	Oksigen terlarut (DO)	mg/l	4,5	2,4	5,1		2,8		7
21	BOD	mg/l	164,0	139,5	84,8		72,6		65,5
22	COD	mg/l	392,55	367,05	173,05		120,65		108,79
Bakteriologi									
1	Coliform	mpn/100ml	24,10 ¹¹	7,10 ⁸	20,10 ⁷		7,10 ⁶		11,10 ⁵
2	Fecal Coli	mpn/100ml	24,10 ¹¹	7,10 ⁸	20,10 ⁷		7,10 ⁶		11,10 ⁵

Sumber: Hasil Analisa Laboratorium, Fakultas Teknik Lingkungan ITB (8 Juli 2004)

**TABEL 6.4. DATA RATA-RATA KUALITAS AIR DI KOLAM OKSIDASI
IPAL BOJONGSOANG TAHUN 2003**

NO	PARAMETER	SATUAN	ANAEROB		FAKULTATIF		MATURASI	
			Inlet	Out Let	Inlet	Out Let	Inlet	Out Let
I FISIK								
1	Suhu	OC	27,56	27,21	27,18	27,84	27,88	28,78
2	Warna	-	Keruh hitam	Keruh	Hijau	Hijau	Hijau	Hijau
3	Conductivity	uhos/cm	548,27	511,8	511,8	427,91	427,91	358,86
II. KIMIA								
1	pH	-	7,08	7,17	7,17	7,10	7,10	7,00
2	Alkalinitas	mg/l	211,45	159,27	152,17	156,27	156,27	141,32
3	kesedahan Total	mg/l	tt	Tt	tt	tt	tt	tt
4	Kalsium	mg/l	tt	Tt	tt	tt	tt	tt
5	Ammoniak	mg/l	tt	Tt	tt	tt	tt	tt
6	Nitrat	mg/l	7,16	8,01	8,01	7,16	7,16	5,39
7	Nitrit	mg/l	1,46	1,24	1,24	1,23	1,23	1,16
8	Chlorida	mg/l	77,36	60,12	60,12	55,09	55,09	47,32
9	Sulfate	mg/l	19,06	16,37	16,37	10,99	10,99	8,02
10	Phospate	mg/l	34,54	30,17	30,17	26,07	26,53	18,98
11	Besi	mg/l	4,47	2,92	2,92	2,08	2,08	1,97
12	Chromium	mg/l	0,38	0,31	0,31	0,27	0,27	0,24
13	Tembaga	mg/l	0,33	0,32	0,32	0,2	0,2	0,16
14	Mangan	mg/l	0,2	0,15	0,15	0,09	0,09	0,08
15	Seng	mg/l	Tt	Tt	tt	tt	tt	tt
16	DO	mg/l	5,13	4,92	4,92	4,62	4,62	4,47
17	BOD	mg/l	214,55	151,36	151,36	94,47	94,47	53,39
18	COD	mg/l	256,36	171,33	171,33	112,55	112,55	65,12
III. BAKTERIOLOGI								
1	Coliform	mpn/100ml	10.10 ⁹	20.10 ⁸	20.10 ⁸	9.10 ⁸	8.10 ³	4.10 ³
2	Fecal Coli	mpn/100ml	28.10 ⁸	25.10 ⁶	25.10 ⁸	19.10 ⁶	19.10 ⁵	10.10 ⁵

Sumber : Pengolahan Data Kualitas Air Limbah PDAM Bandung, 2003

Keterangan: tt = tidak teramati

6.8. Kondisi Operasi & Pemeliharaan IPAL Bojongsoang Yang Ideal.

6.8.1. Kegiatan M&E.

- Pengangkatan sampah di Manual Bar Screen (Routinitas).
- Membersihkan peralatan mesin & bangunan M&E (Routinitas).

- c. Mengoperasikan mesin Screw Pump (Routinitas).
- d. Memonitor debit air debit masuk (Routinitas).
- e. Memonitor debit air masuk (Routinitas).
- f. Pengepresan sampah (sewaktu-waktu).
- g. Pengangkatan pasir dari Sump Well (sewaktu-waktu).
- h. Pengangkatan pasir dari Grit Rake (grit chamber) ke bak pengering lumpur (slud drying bed).
- i. Pengurasan Grit Chamber.
- j. Pembabaran rumput disekitar lokasi M&E.

6.8.2. Kegiatan Halaman dan Bangunan.

- a. Pemeliharaan gedung (gedung administrasi, mess karyawan)
- b. Pembabaran rumput disekitar halaman kantor, mess.
- c. Pemeliharaan tanaman di sekitar halaman kantor.
- d. Pemeliharaan tanaman di lokasi Green House.
- e. Pembibitan tanaman di lokasi Green House.
- f. Penyiraman tanaman dilokasi Green House.
- g. Pembibitan tanaman dilokasi Green House.
- h. Pembabaran rumput disekitar jalan Insepsi.

6.8.3. Kegiatan Kolam Oksidasi.

- a. Pengangkatan eceng gondok/algae bloom (scum) dikolam oksidasi.
- b. Pengangkatan sampah plastik di kolam Anaerobik
- c. Pembabaran rumput dan alang-alang talud kolam/sekitar kolam.
- d. Pemeliharaan rumput bambu disekitar pagar kolam.
- e. Melarang pengembangbiakan domba, kerbau disekitar kolam.
- f. Memonitor ketinggian lumpur di kolam anaerobik.
- g. Menggali Lumpur sebelum ketinggian 0,50m

6.9. Biaya Operasi & Pemeliharaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Bojongsoang

Biaya Pemeliharaan Ateck

Biaya Gaji	Rp.	261.975,000
Biaya Listrik untuk perpompaan	Rp.	262.996,000
Biaya bahan bakar dan pelumas	Rp.	20.000,000
Biaya pemeliharaan pompa dan bangunan	Rp.	80.000,000
Man hole	Rp.	75.000,000

Rupa-rupa biaya perpompaan	Rp. 55.000,000
Jumlah	Rp. 754.971,000

Biaya Pengolahan Air Limbah

Biaya Gaji	Rp. 658.613,000
Biaya Listrik untuk perpompaan	Rp. 179.929,000
Biaya bahan bakar dan pelumas	Rp. 65.000,000
Biaya bahan kimia pengolahan	Rp. 75.000,000
Biaya Laboratorium pengolahan	Rp. 50.000,000
Biaya pemeliharaan bangunan & Instalasi Air Kotor	Rp. 450.000,000
Rupa-rupa biaya perpompaan	Rp. 50.000,000
Jumlah	Rp. 1.528.542,000

Biaya Operasional Air Limbah

Biaya Gaji	Rp. 1.099.256,000
Biaya pemeliharaan saluran	Rp. 350.000,000
Biaya pemeliharaan dan peninggian manhole	Rp. 110.000,000
Biaya alat dan bahan air kotor	Rp. 75.000,000
Biaya operasi lainnya	Rp. 60.000,000
Jumlah	Rp. 1.694.256,000

Biaya Perencanaan Air Limbah

Biaya Gaji	Rp. 368.801,000
Biaya Penelitian Survey	Rp. 25.000,000
Rupa-rupa Biaya Perencanaan AK	Rp. 30.000,000
Jumlah	Rp. 423.801,000

Jumlah Biaya Operasi & Pemeliharaan Untuk Tahun 2003 **Rp 4.401.570,000**

Sumber: PDAM, 2003

Debit harian rata-rata = 18.283 m^3 jadi harga satuan rata-rata (unit rate) = $4.401.570.000 : 18.243 = \text{Rp. } 241.274,00/\text{m}^3$

6.10. Pengukuran Luas Kolam

a. Kolam Anaerobik 1 B:

Panjang	:	141,50 m
Lebar	:	89,35 m
Kedalaman maksimal	:	30 m
Luas	:	1,264 Ha
Volume	:	44.240 m^3

c. Kolam Anaerobik 2 B :

Panjang	:	141,50 m
Lebar	:	89,35 m
Kedalaman maksimal	:	3,50 m
Luas	:	1,264 Ha
Volume	:	44.240 m ³

d. Kolam Anaerobik 3 B

Panjang	:	141,50 m
Lebar	:	106,20 m
Kedalaman maksimal	:	3,50 m
Luas	:	1,502 Ha
Volume	:	52.507 m ³
Jadi luas kolam Anaerobik	:	4,03 Ha
Kapasitas kolam (Volume)	:	140.987 m ³

e. Luas Kolam Fakultatif 1 B

Luas	:	7,14 Ha
------	---	---------

f. Luas Kolam Fakultatif 2 B

Luas	:	10,65 Ha
Luas Total Kolam Fakultatif	:	17,79 Ha.

Kedalaman Rata-rata: 1,80 m. jadi kapasitas kolam (volume = $17.790 \times 1,80 = 320.220 \text{ m}^3$)

g. Kolam Maturasi

Luas Kolam Maturasi 1 B	:	7,86 Ha
Luas Kolam Maturasi 2 B	:	8,29 Ha
Total	:	16,15 Ha

Kedalaman Rata-rata = 1,30 m/ jadi kapasitas kolam (volume) = $16.150 \times 1.30 = 209.950 \text{ m}^3$.

6.11. Pengamatan Volume Harian

Pengamatan volume harian ini dilaksanakan dari tanggal 1 sampai dengan 12 Juli 2004, pengamatan dilakukan di ruang kontrol dimana ada petunjuk mengenai debit yang masuk melalui peralatan (counter). (Lihat tabel 6.5.)

Tabel 6.5. Volume Harian dari tanggal 1- 12 Juli 2004

Tanggal	Counter a 365 l	Debit (m ³) /hari
1	76	27.820
2	38	13910
3	49	18190
4	56	20330
5	53	19.260
6	43	15.515
7	67	24.610
8	56	20.330
9	43	15.515
10	19	6955
11	73	26.750
12	98	35.845
Rata-rata		20.419

Sumber: Survei Lapangan, 2003

Volume rata-rata ini tidak jauh berbeda dengan volume harian rata-rata operasional tahun 2003 = 18.243 m³ /hari

Jadi pengamatan volume harian ini tidak jauh berbeda dengan volume harian rata-rata tahun 2003.

BAB VII

ANALISIS & PENGOLAHAN DATA HASIL ANALISA KUALITAS AIR

7.1. Pengolahan Pendahuluan

- **Bar Screen**

Bar screen diletakkan di awal instalasi Pengolahan Air Limbah untuk melindungi peralatan-peralatan selanjutnya dari gangguan atau kerusakan yang disebabkan oleh benda-benda kasar. Kisi-kisi dari Bar Screen patah 3 batang sehingga botol plastik dan sampah-sampah berukuran sedang masuk kedalam instalasi.

Dimensi saluran sebelum melalui bar screen.

$$\text{Luas total bukaan batang} = \frac{Q_{\text{peak}}}{V_{\text{bar}}} = \frac{1,535 \text{ m}^3}{1 \text{ m/det}} = 1,535 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas bersih bukaan} = \frac{A}{\text{Kedalaman Aliran}} = \frac{1,535}{1,25} = 1,23 \text{ m} < 1,50 \text{ m (ok)}$$

Kecepatan 1 m/det > 0,381 m/det agar tidak terjadi deposit (sedimentasi) di saluran (H.W. PARKER, 1975).

Ternyata sedimentasi di saluran tidak terjadi sesuai dengan kriteria desain.

Kondisi bar screen berfungsi baik, tetapi sampah-sampah masih bertumpuk + 4 m³/hari (kenyataan di lapangan) sehingga mengganggu operasi dan biaya pemeliharaan akan naik yaitu biaya angkut sampah.

- **Sump well**

Sump well berfungsi untuk menangkap, mengendapkan pasir/coarse sehingga tidak ikut bersama aliran ke grit chamber melalui pompa ulir (screw pump) dimana sump well di desain: 2x3x1m, sehingga volume pasir yang bisa ditampung = 6m³. Sedangkan volume pasir rata-rata dalam 1 bulan ± 3,5 -4 m³ dan setiap bulan pasir ini digali dan di angkat supaya tidak mengganggu operasi

- **Pompa Ulir (Screw Pump)**

Pompa ulir ada 3 unit fungsinya untuk mengangkut/menaikan air dari sump well ke grit chamber pompa ulir ini 1 unit sudah rusak dan 2 lagi masih berfungsi baik. Kalau salah satu rusak dari yang dua ini maka sangat mengganggu operasi. Sampai sekarang pompa yang rusak ini belum diperbaiki karena kesulitan suku cadang (Spare Part)

- **Saringan Mekanik (Mechanical Bar Screen)**

Saringan mekanik ini bergerak sendiri berputar untuk menyaring sampah-sampah yang berukuran kecil dan di pres serta di masukan ke kontainer. Saringan ini masih berfungsi dengan baik.

- **Grit Chamber**

Grit chamber untuk IPAL Bojongsoang adalah grit chamber aliran horisontal dengan kontrol kecepatan. Grit chamber ini berupa bak pengendapan. Grit chamber aliran horisontal di desain mencapai kecepatan pengaliran = 0,3 m/det dan waktu yang cukup untuk mengendapkan partikel grit didasar saluran kecepatan di desain tersebut untuk mensuspensikan kembali sebagian besar partikel organik yang mengendap dan membiarkan parit yang lebih besar untuk mengendap (MET CALF & EDDY 2003).

Pengangkatan partikel tidak berjalan dengan baik karena kerusakan engsel roda pengangkat sehingga mengganggu operasi.

7.2. Pengolahan Utama

Pengukuran luas kolam, kedalaman air dan kedalaman lumpur di lapangan dilaksanakan tanggal 1 Juli s/d 6 Juli 2004 (lihat Bab VI, sub Bab 6.10). Khusus pengukuran kolam anaerobik dan ketinggian Lumpur dilaksanakan tanggal 12 Maret s/d 17 Maret 2004.

Hasil analisa kualitas air dari harian rata-rata diolah menjadi hasil analisa bulanan rata-rata dan terakhir menjadi analisa kualitas air rata-rata tahunan yaitu tahun 2003 data terbaru (Lihat tabel 7.1) analisa kualitas air ini di komparasi dengan desain parameter dan baku mutu kualitas air limbah. (Lihat tabel 7.6).

TABEL 7.1. DATA RATA-RATA KUALITAS AIR DI KOLAM OKSIDASI IPAL BOJONGSOANG TAHUN 2003

NO	PARAMETER	SATUAN	ANAEROB		Efisiensi (%)	FAKULTATIF		Efisiensi (%)	MATURASI		Efisiensi (%)	Efisiensi (Inlet An-Outlet Mat)
			Inlet	Out Let		Inlet	Out Let		Inlet	Out Let		
I. FISIK												
1	Suhu	OC	27,56	27,21	1,27	27,18	27,88	-2,58	27,88	28,78	-3,23	-4,43
2	Warna	-	Keruh hitam	Keruh		Hijau	Hijau		Hijau	Hijau		
3	Conductivity	uhos/cm	548,27	511,80	6,65	511,80	427,91	16,39	427,91	358,86	16,14	34,55
II. KIMIA												
1	pH	-	7,08	7,17	-1,27	7,17	7,10	0,98	7,10	7,00	1,41	1,13
2	Alkalinitas	mg/l	211,45	159,27	24,68	152,17	156,27	-2,69	156,27	141,32	9,57	33,17
3	kesedahan Total	mg/l	tt	tt		tt	tt		tt	tt		
4	Kalsium	mg/l	tt	tt		tt	tt		tt	tt		
5	Ammoniak	mg/l	tt	tt		tt	tt		tt	tt		
6	Nitrat	mg/l	7,16	8,01	-11,87	8,01	7,16	10,61	7,16	5,39	24,72	24,72
7	Nitrit	mg/l	1,46	1,24	15,07	1,24	1,23	0,81	1,23	1,16	5,69	20,55
8	Chlorida	mg/l	77,36	60,12	22,29	60,12	55,09	8,37	55,09	47,32	14,10	38,83
9	Sulfate	mg/l	19,06	16,37	14,11	16,37	10,99	32,86	10,99	8,02	27,02	57,92
10	Phospate	mg/l	34,54	30,17	12,65	30,17	26,07	13,59	26,53	18,98	28,46	45,05
11	Besi	mg/l	4,47	2,92	34,68	2,92	2,08	28,77	2,08	1,97	5,29	55,93
12	Chromium	mg/l	0,38	0,31	18,42	0,31	0,27	12,90	0,27	0,24	11,11	36,84
13	Tembaga	mg/l	0,33	0,32	3,03	0,32	0,20	37,50	0,20	0,16	20,00	51,52
14	Mangan	mg/l	0,20	0,15	25,00	0,15	0,09	40,00	0,09	0,08	11,11	60,00
15	Seng	mg/l	tt	tt		tt	tt		tt	tt		
16	DO	mg/l	5,13	4,92	4,09	4,92	4,62	6,10	4,62	4,47	3,25	12,87
17	BOD	mg/l	214,55	151,36	29,45	151,36	94,47	37,59	94,47	53,39	43,48	75,12
18	COD	mg/l	256,36	171,33	33,17	171,33	112,55	34,31	112,55	65,12	42,14	74,60
III. BAKTERIOLOGI												
1	Coliform	mpn/100ml	10109,00	20108,00	-98,91	20108,00	9108,00	54,70	8103,00	4103,00	49,36	59,41
2	Fecal Coli	mpn/100ml	28109,00	25108,00	10,68	25108,00	19106,00	23,90	19106,00	10,10	99,95	99,96

Sumber : Hasil Analisa Pengolahan Data Kualitas Air Limbah PDAM Bandung, 2003

Keterangan: tt = tidak teramati

TABEL 7.2. REDUKSI PARAMETER PADA KOLAM INSTALASI AIR LIMBAH TAHUN 2003

NO	PARAMETER	SATUAN	ANAEROB			FAKULTATIF			MATURASI		
			Inlet	Out Let	Reduksi(%)	Inlet	Out Let	Reduksi(%)	Inlet	Out Let	Reduksi(%)
I. FISIK											
1	Suhu	OC	27,56	27,21	1,2	27,18	27,84	6	27,88	28,78	8
2	Warna	-	Keruh hitam	Keruh		Hijau	Hijau		Hijau	Hijau	
3	Conductivity	uhos/cm	548,27	511,8	6,6	511,8	427,91	16	427,91	358,86	16
II. KIMIA											
	pH	-	7,08	7,17	1	7,17	7,10	6	7,10	7,00	4
	Alkalinitas	Mg/L	211,45	159,27	52	152,17	156,27	28	156,27	141,32	9,5
	kesedahan Total	Mg/L	tt	tt		tt	tt		tt	tt	
	Kalsium	Mg/L	tt	tt		tt	tt		tt	tt	
	Ammoniak	Mg/L	tt	tt		tt	tt		tt	tt	
	Nitrat	Mg/L	7,16	8,01	8	8,01	7,16	0,6	7,16	5,39	24,7
	Nitrit	Mg/L	1,46	1,24	15	1,24	1,23	0,8	1,23	1,16	5,6
	Chlorida	Mg/L	77,36	60,12	22	60,12	55,09	8	55,09	47,32	14
	Sulfate	Mg/L	19,06	16,37	14	16,37	10,99	32	10,99	8,02	27
	Phospate	Mg/L	34,54	30,17	12	30,17	26,07	13,5	26,53	18,98	28
	Besi	Mg/L	4,47	2,92	34	2,92	2,08	28	2,08	1,97	7
	Chromium	Mg/L	0,38	0,31	18	0,31	0,27	12,9	0,27	0,24	11
	Tembaga	Mg/L	0,33	0,32	3	0,32	0,2	37	0,2	0,16	2
	Mangan	Mg/L	0,2	0,15	25	0,15	0,09	40	0,09	0,08	11
	Seng	Mg/L	tt	tt		tt	tt		tt	tt	
	DO	Mg/L	5,13	4,92	49	4,92	4,62	6	4,62	4,47	9
	BOD	Mg/L	214,55	151,36	29	151,36	94,47	37	94,47	53,39	43
	COD	Mg/L	256,36	171,33	33	171,33	112,55	34	112,55	65,12	42
III. BAKTERIOLOGI											
1	Coliform	MPN/100ML	10109	20.108	45	20.108	9.108	35	8.103	4.103	25
2	Fecal Coli	MPN/100ML	28.109	25.108	42	25.108	19.106	39	19.106	10.103	31

Sumber : Pengolahan Data Kualitas Air Limbah PDAM Bandung

Keterangan: tt = tidak teramati

TABEL 7.3. LAPORAN HASIL ANALISA SAMPEL AIR KOLAM Bojongsoang (8 Juli 2004)

Hasil Analisis:

No	Parameter Analisis	satuan	Sebelum Instalasi	Anaerob		Efisiensi (%)	Fakultatif		Efisiensi (%)	Maturasi		Efisiensi (%)	Efisiensi (Inlet An-Outlet Mat (%))
				(Inlet)	(Outlet)		(Inlet)	(Outlet)		(Inlet)	(Outlet)		
1	Temperatur	°C	26,00	26,00	26,00	0,00	26,00	26,00	0,00	26,00	26,00	0,00	0,00
2	Warna	TCU	22,5 koloid	20 koloid	Kuning hijau	0,50	Kuning hijau	Hijau	0,75	Hijau	22,5 koloid	0,40	
3	Daya hantar listrik	Us/cm	885,00	857,00	703,00	0,50	703,00	676,00	1,20	676,00	734,00	1,15	2,35
4	pH	-	6,94	7,22	7,34	0,66	7,34	7,17	1,50	7,17	5,66	1,12	2,61
5	CO2 total	mg/l	14,20	39,10	20,40	0,33	20,40	18,70	0,60	18,70	8,00	0,90	2,50
6	Bikarbonat (HCO3)	mg/l	288,60	239,50	231,40	0,38	231,40	180,50	0,75	180,50	149,10	0,40	3,50
7	Kesadahan (CaCO3)	mg/l	426,40	144,20	136,50	0,34	136,50	123,90	0,80	123,90	120,80	0,75	1,60
8	Kalsium (Ca)	mg/l	28,51	35,53	32,02	0,25	32,02	18,18	1,00	18,18	40,08	0,90	1,20
9	Amonia (NH3-N)	mg/l	23,87	20,80	14,97	0,75	14,97	13,76	1,30	13,76	0,00	1,20	1,10
10	Nitrat (NO3)	mg/l	0,74	0,71	1,22	0,63	1,22	2,09	1,30	2,09	0,74	1,25	3,51
11	Nitrit (NO2)	mg/l	0,44	0,00	0,27	0,25	0,27	2,03	0,75	2,03	32,62	0,50	2,20
12	Klorida (Cl)	mg/l	58,75	60,66	55,64	0,28	55,64	52,14	1,10	52,14	14,04	1,07	3,15
13	Sulfat (SO4)	mg/l	16,87	15,13	9,41	0,21	9,41	12,20	0,90	12,20	3,28	0,75	3,32
14	Phosphat	mg/l	6,01	4056,00	5,05	0,28	5,05	3,64	0,90	3,64	2,23	0,80	1,90
15	Besi (Fe)	mg/l	2,79	3,39	2,07	0,24	2,07	1,27	0,90	1,27	1,02	0,75	1,60
16	Kromium (Cr)	mg/l	0,02	0,00	0,01	0,30	0,01	0,00	1,30	0,00	0,01	1,20	1,80
17	Tembaga (Cu)	mg/l	0,02	0,00	0,01	0,60	0,01	0,01	1,20	0,01	0,01	1,00	1,70
18	Mangan (Mn)	mg/l	0,06	0,10	0,10	0,20	0,10	0,08	1,30	0,08	0,03	1,00	1,30
19	Seng (Zn)	mg/l	0,16	0,01	0,09	0,33	0,09	0,07	1,20	0,07	0,12	1,18	1,20
20	Oksigen terlarut (DO)	mg/l	4,50	2,40	5,10	0,50	5,10	2,80	1,40	2,80	7,00	1,30	1,10
21	BOD	mg/l	164,00	139,50	84,80	0,21	84,80	72,60	1,00	72,60	65,50	1,78	1,30
22	COD	mg/l	392,55	367,05	173,05	0,85	173,05	120,65	1,30	120,65	108,79	1,13	1,36
Bakteriologi													
1	Coliform	mpn/100ml	24,10 ¹¹	7,10 ⁸	20,10 ⁴	1,84	20,10 ⁴	7,10 ³	1,66	7,10 ⁵	11,10 ³	1,34	1,20
2	Fecal Coli	mpn/100ml	24,10 ¹¹	7,10 ⁸	20,10 ⁴	1,80	20,10 ⁴	7,10 ⁵	1,50	7,10 ⁵	11,10 ³	1,24	1,30

Sumber: Hasil analisa pengolahan data kualitas air limbah dari laboratorium Fak. Teknik Lingkungan ITB (8 Juli 2004)

Selanjutnya Parameter Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah lihat tabel 7.3.

Tabel 7.4. Parameter Desain Instalasi Pengolahan Air Kotor

No	Parameter	Kolam/Proses					Satuan
		An	Reduksi	F	Reduksi	M	
1	Debit	80.835		80.835		80.835	M ³ /hari
2	Beban Volumetrik	275	27%	200	25%	150	Mg/l
3	BOD Influent	360	60%	144	65%	50	Mg/l
4	Total beban Organik	20.100	42%	11.640	36%	7.500	Gr.BOD/m ³ /hari
5	Detention Time	2		5-7		3	Hari
6	Kedalaman Kolam	4		2		1 ½	M
7	Luas Areal	4,04		29,8		32,5	Ha
8	Temperatur	22,5		22,5		22,5	°C
9	BOD Effluent	144	65%	50	40%	30	Mg/l
10	Fecal Coli	10 ⁸	25%	251.000	20%	5.000	Mpn/100ml

Sumber PDAM Bandung, 2003

Keterangan:

An : Kolam Anaerobik

F : Kolam Fakultatif

M : Kolam Maturasi

- **Kolam Stabilisasi**

- 1. Kolam Anaerobik**

Kolam ini berfungsi sebagai pengolahan tahap awal (primary Treatment) pada proses air limbah. Kolam anaerob beroperasi tanpa adanya oksigen terlarut dari hasil pengolahan data kualitas air limbah didapat. Lihat tabel 7.4.

Tabel 7.5. Data Kualitas air di kolam anaerobik

No	Paramter	Analisa laboratorium	Syarat sesuai desain parameter	Reduksi (%)	Syarat baku mutu air limbah	(%) PP No.82/2001
1	BOD influen	214,55	360	-		
2	Ph	7,08	7 (Ok)	1		6-11 (Ok)
3	Temperatur	27,56	22,5	18		(Dev3) (Ok)
4	BOD Effluen	151,36	144 (Ok)	95		6 (Tdk. Ok)
5	Lumpur	Ked. Lumpur 0,94m	0,25-0,50m (Tdk.Ok)	+ 46		
6	Fecal Coli	28.10 ⁹	10 ⁸	35		2000 (Tdk. Ok)
7.	Nitrit	1,24			0,6	
8.	Chromium	0,31			0,05	0,05 (Tdk. Ok)
9	Tembaga	0,32			0,02	0,02 (Tdk. Ok)

Sumber : Hasil Analisa

Kinerja kolam anaerobik berdasarkan analisa kualitas air tahun 2003 = 7,95%

2. Kolam Fakultatif

Kolam fakultatif sebagai pengolahan air limbah tahap kedua (secondary treatment.) proses pengolahan air limbah yang terjadi terdiri dari 2 bagian (zone) yakni pada lapisan atas kolam terjadi proses secara aerobik sedangkan dibagian dasar kolam proses anaerobik. Hasil pengolahan data kualitas air limbah kolam fakultatif adalah sebagai berikut lihat tabel 7.6

Tabel 7.6. Data kualitas air di kolam Fakultatif

No	Paramter	Analisa laboratorium	Syarat sesuai desain parameter	Reduksi (%)	Syarat baku mutu air limbah	PP No. 82/2001(%)
1	BOD influen	151,36	144 (Tdk Ok)	95%		6 (Tdk. Ok)
2	pH	7,17	7 (Tdk. Ok)			
3	Temperatur	27,18	22,5 (Tdk. Ok)			Dev3 (Tdk. Ok)
4	BOD Efluen	94,47	50	53%		6 (Tdk. Ok)
5	Lumpur	0,20	Ok			
6	Fecal Coli	25.10 ⁸	19.10 ⁶ (Tdk. Ok)			2000 (Tdk. Ok)
7.	Nitrit	1,23			0,6 (Tdk. Ok)	
8.	Chromium	0,27			0,05 (Tdk. Ok)	0,05 (Tdk. Ok)
9	Tembaga	0,2			0,02 (Tdk. Ok)	0,02 (Tdk. Ok)

Sumber: Hasil Analisa

Kinerja Kolam Fakultatif berdasarkan hasil analisa kualitas air 2003 efisiensi = 19,68%

3. Kolam Maturasi (Pematangan)

Kolam maturasi adalah kolam terakhir dari kolam stabilisasi kolam ini selama dan dalam proses adalah dalam kondisi aerobik penuh sehingga kolam relatif dangkal dengan kedalaman 1-1,5 m. hasil analisa kualitas air di kolam maturasi adalah sebagai berikut lihat tabel 7.7

Tabel 7.7. Data kualitas air di kolam Maturasi

No	Paramter	Analisa laboratorium	Syarat sesuai desain parameter	Reduksi (%)	Syarat baku mutu air limbah	PP. 82/2001
1	BOD influen	94,47	50 (Tdk. Ok)	53%		6 (Tdk. Ok)
2	pH	8,02	7			6-11 (Ok)
3	Temperatur	28,78	22,5			Dev.3 (Ok)
4	BOD Efluen	53,39	30	56%		6 (Tdk. ok)
5	Lumpur	0,10	(Ok)			
6	Fecal Coli	10.10 ³	5.000 (Tdk Ok)	95%		2000 (Tdk Ok)
7.	Nitrit	1,16			0,6 (Tdk Ok)	
8.	Chromium	0,24			0,05 (Tdk Ok)	0,05 (Tdk Ok)
9	Tembaga	0,16			0,02 (Tdk Ok)	0,02 (Tdk Ok)

Sumber: Hasil Analisa

Kinerja Kolam Maturasi berdasarkan hasil analisa kualitas air 2003 efisiensi = 22,75% (lihat table 7.1) Sedangkan efisiensi, total seluruh kolam 43,21%

Dari hasil analisa diatas maka kinerja kolam belum optimal.

7.3. Kondisi Operasi Pemeliharaan & IPAL Bojongsoang Saat Ini & Hasil Survei Lapangan

7.3.1. Kegiatan M & E

- a. Pengangkatan sampah di Manual Bar Screen (Routinitas). Pengangkatan sampah tidak rutin karena truk pengangkat sampah hanya satu unit jadi kalau rusak sulit mencari penggantinya.
- b. Membersihkan peralatan mesin & bangunan M&E (Routinitas). Dilakukan setiap hari.
- c. Mengoperasikan mesin Screw Pump (Routinitas). Dilakukan setiap hari tetapi 1 unit rusak.
- d. Memonitor debit air debit masuk (Routinitas). Dilakukan setiap hari
- e. Pengepresan sampah (sewaktu-waktu). Tidak ada masalah, hanya rantai belt rusak.
- f. Pengangkatan pasir dari Sump Well (sewaktu-waktu). Kadang-kadang tidak dilaksanakan karena buruh terbatas.
- g. Pengangkatan pasir dari Grit Rake (grit chamber) ke bak pengering lumpur (slud drying bed). Kadang-kadang dilaksanakan karena buruh terbatas.
- h. Pengurusan Grit Chamber. Tidak kontinue dilaksanakan karena buruh terbatas.
- i. Pembabaran rumput disekitar lokasi M&E. Tidak kontinue dilaksanakan karena buruh terbatas

7.3.2. Kegiatan Halaman dan Bangunan.

- a. Pemeliharaan gedung (gedung administrasi, mess karyawan) Dilaksanakan dengan baik
- b. Pembabaran rumput disekitar halaman kantor, mess. Dilaksanakan dengan baik.
- c. Pemeliharaan tanaman di sekitar halaman kantor. Dilaksanakan dengan baik.
- d. Pemeliharaan tanaman di lokasi Green House. Dilaksanakan dengan baik.
- e. Pembibitan tanaman di lokasi Green House. Dilaksanakan dengan baik.
- f. Penyiraman tanaman di lokasi Green House. Dilaksanakan dengan baik.
- g. Pembibitan tanaman di lokasi Green House. Dilaksanakan dengan baik.
- h. Pembabaran rumput disekitar jalan Insepsi. Tidak dilaksanakan secara kontinue karena buruh terbatas.

7.3.3. Kegiatan Kolam Oksidasi.

- a. Pengangkatan eceng gondok/algae bloom (scum) di kolam oksidasi. Kadang-kadang dilaksanakan karena buruh terbatas.
- b. Pengangkatan sampah plastik di kolam Anaerobik Kadang-kadang dilaksanakan karena buruh terbatas.

- c. Pembabaran rumput dan alang-alang talud kolam/sekitar kolam. Kadang-kadang dilaksanakan karena buruh terbatas.
- d. Pemeliharaan rumput bambu disekitar pagar kolam. Tidak ada masalah
- e. Melarang pengembangbiakan domba, kerbau disekitar kolam. Kadang-kadang dilaksanakan kalau selagi masih piket jaga.
- f. Memonitor ketinggian lumpur di kolam anaerobik. Tidak dilaksanakan.
- g. Menggali Lumpur sebelum ketinggian 0,50m. sampai saat ini belum dilaksanakan.

Jadi kegiatan operasi dan pemeliharaan tidak dilaksanakan sebagaimana mestinya dengan alasan karena buruh terbatas dan biaya yang terbatas juga.

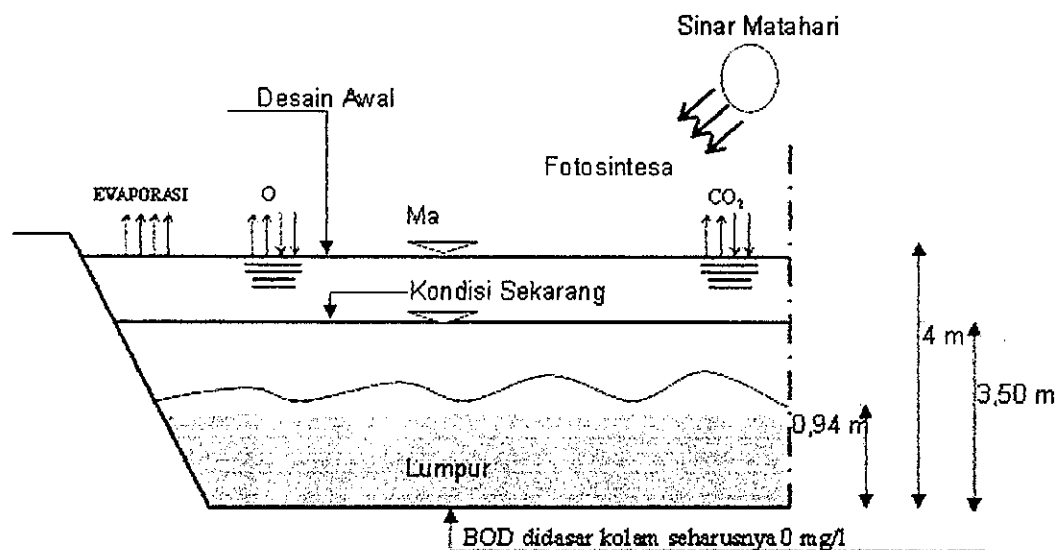
7.4. Kondisi Eksisting (Saat ini) kolam & Desain Awal

No	Parameter	Kondisi saat ini (Eksisting) Kolam			Desain Awal Kolam			Satuan
		Anaerobik	Fakultatif	Maturasi	Anaerobik	Fakultatif	Maturasi	
1	Debit	18.243,00	18.243,00	18.243,00	80.835,00	80.835,00	80.835,00	m ³ /hari
2	BOD Influent	214,55	151,36	94,47	360,00	144,00	50,00	mg/l
3	BOD Effluent	151,36	94,47	53,39	144,00	50,00	30,00	mg/l
4	Kedalaman Kolam	3,50	1,80	1,25	4,00	2,00	1,50	M
5	Luas Area	4,03	17,79	16,15	4,04	29,80	32,50	Ha
6	Temperatur	27,21	27,84	28,78	22,50	22,50	22,50	°C
7	Fecalcoli	25.108,00	19.106,00	10.000,00	1,8.10 ¹⁰	51.650,00	5.000,00	Mpu/100ml

Sumber : Hasil Analisa Laboratorium, 2003

Analisa Perbedaan Kondisi Eksisting & Desain Awal:

1. Debit yang ada saat ini, ada perbedaan yang signifikan dengan kondisi awal. Hal ini terjadi karena air limbah dari rumah tangg belum semuanya tersambun g ke pipa induk (thrunk sewer) kemudian ada pencurian air limbah (illegal) di saluran terbuka, maupun dikolam fakultatif da maturasi oleh masyarakat sekitar lokasi IPAL
2. BOD Influent ada perbedaan yang signifikan di kolam fakultatif dan kolam maturasi dimana kondisi eksisting dikolam fakultaif 151, 36 mg/l > dari 144 mg/l. Dikolam maturasi 94,47 MG/L >50 mg/l. Hal ini terjadi karena ketinggian lumpur sudah melebihi dari yang diizinkan 02,5m -0,50 m. dimana ketinggian lumpur rata-rata =0,94 m > dari 0, 25 m (lihat gambar 61)
3. BOD Effluent ada perbedaan yang signifikan dikolam fakultatif dan dikolam maturasi. Hal ini terjadi karena proses di kolam anaerobik terganggu karena endapan lumpur sehingga berpengaruh ke kolam selanjutnya.
4. Kedalaman kolam tidak begitu berbeda. Perbedaan ini adalah 0,50 m di kolam anaerobik lebih rendah dari desain awal; 0,20m lebih rendah di kolam fakultatif dan 0,25 m lebih rendah di kolam maturasi untuk kondisi saat ini.



Gambar 6.1. Kondisi Lumpur di dasar kolam anaerobik

5. Luas Kolam anaerobik perbedaan hanya 0,10 ha dari 4,03 < dari 4,04 perbedaan hanya sedikit. Luas kolam fakultatif terjadi perbedaan yang signifikan luas sekarang = 17,79 ha < dari 29,8 ha. Luas kolam anaerobik ada perbedaan yang signifikan 16,15 ha lebih kecil dari 32,5 ha (desain awal). Hal ini terjadi kemungkinan karena luas lahan yang terbatas.
6. Temperatur ada perbedaan 5 °C untuk masing-masing kolam hal ini terjadi karena perubahan cuaca/iklim dari tahun 1992 s/d tahun 2003.
7. Fecalcoli ada perbedaan yang signifikan antara kondisi saat ini dan desain awal hal ini terjadi karena proses mulai dari kolam anaerobik sudah terganggu tentu mempengaruhi proses kolam berikutnya, kemudian ada air drainase yang masuk ke kolam.

Usulan teknis untuk mengatasi masalah ini adalah sebaiknya dilakukan pengangkatan (pengerukan lumpur) di kolam anaerobik. Karena menurut desain awal bahwa di kolam anaerobik dianggap tidak ada lumpur di dasar kolam dimana BOD = 0 mg/l. Fotosintesis dari matahari mampu menembus dasar kolam sehingga menimbulkan kehidupan di dasar kolam dimana BOD lebih dari 1 mg/l

BAB VIII PEMBAHASAN HASIL PENELITIAN & EVALUASI KINERJA KOLAM

8.1. Evaluasi Desain Parameter Kolam

Tabel 8.1. Parameter Desain Instalasi Pengolahan

No	Parameter	Kolam Proses			Satuan	Keterangan
		An	F	M		
1	Debit	80.835	80.835	80.835	M ³ /hari	An= Kolam Anaerobik
2	Debit Volumetrik	275	300	-	gr.BOD/m ³ /hari	F = Kolam Fakultatif
3	BOD Influent	360	144	50	Mg/lt	M = Kolam Maturasi
4	Total Beban Organik	20.100	11.640	50	gr.BOD/m ³ /hari	
5	Detention Time	2	5 – 7	3	Hari	
6	Kedalaman Kolam	4	2	1,5	M	
7	Luas Area	4,04	29,8	32,5	Ha	
8	Temperatur	22,5	22,5	22,5	°C	
9	BOD Effluent	144	50	30	Mg/lt	
10	Fecalcoli	108	-	5.000	Mpn/100ml	

Sumber PDAM 2003

8.1.1. Kolam Anaerobik

Volume harian rata-rata : 80.835m³/hari

Rumus: Hm Giff

$$Q_{\max} = 5 \times Q_{\text{md}} \times P^{5/6}$$

$$Q_{\max} = 243.000 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$80.835 \text{ m}^3/\text{hari} = 5 \times Q_{\text{md}}$$

$$Q_{\text{md}} = 1,25 \times Q_{\text{rata-rata}}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Kolam} &= 1,25 \times 80.835 \text{ m}^3 \\ &= 101.044 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Menghitung jumlah populasi (jiwa) :

$$80.835 \text{ m}^3/\text{hari} = 5 \times 101.044 \text{ m}^3/\text{hari} \times P^{5/6}$$

$$= 505220,00 \text{ m}^3/\text{hari} \times P^{5/6}$$

$$P^{5/6} = \frac{80.835}{505220}$$

$$= 0,1599$$

$$P_{0,833} = 0,42$$

$$P = 0,42 \text{ juta jiwa}$$

Jadi jumlah populasi = 420.000 juta jiwa $\eta = 400.000$ juta jiwa (OK)

➤ Beban volumetrik : 275 gr. BOD/m³/hari (O.K) Kriteria design antara 100-400gr/m³/hari.

➤ Total beban organik : Debit Influen x BOD Influent.

$$= 80.835 \times 360 \text{ mg/l}$$

$$= 29.100, \text{ Kg/BOD/hari} > 20.100 \text{ (O.K)}$$

➤ Detention Time 2 hari (O.K.)

Kriteria Desain(1-5 hari)

➤ Kedalaman Kolam 2-4 m (Kriteria Desain)

Kedalaman Kolam Anaerobik : 4m (O.K)

➤ Luas Area: Volume Kedalaman x d (dalam aliran)

$$V = Q \times T$$

$$= 80.835 \text{ m}^3/\text{hari} \times 2 \text{ hari}$$

$$\text{Volume} = 161670 \text{ m}^3$$

$$\text{Vol Kolam} = 4 \times 161670$$

$$= 40417,5 \text{ m}^2$$

$$= 4,04 \text{ Ha (O.K)}$$

➤ Temperatur = 22,51 oC (di sesuaikan dengan kondisi lapangan)

➤ BOD Effluent= 144/L

Kriteria desain 50-70% BOD influent (O.K)

8.1.2. Kolam Fakultatif

$$\begin{aligned} \text{➤ Beban Volumetrik BOD} &= \frac{\text{BOD Influent} \times \text{Debit (Q)}}{\text{Volume Kolam}} \\ &= \frac{144 \text{ mg/l} \times 80.835 \text{ m}^3/\text{hari}}{56.5845 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

$$= 20,57 \text{ gr/BOD/m}^3/\text{hari (tidak O.K)}$$

➤ Volume Fakultatif : $Q \times T$

$$T = 5 - 7 \text{ hari}$$

$$\text{➤ Volume} = 80.835 \text{ m}^3/\text{hari} \times 7 \text{ hari}$$

$$= 565.845 \text{ m}^3$$

$$\text{➤ Luas kolam} = 565.845 = \underline{28,29} \text{ Ha} < 29,80 \text{ Ha (tidak O.K)}$$

➤ Total Beban Organik : Debit Masuk x BOD Inluent

$$= 80.835 \times 144 \text{ mg/l}$$

$$= 0,144 \times 80.835$$

$$= 11.640 \text{ kg/BOD/hari (O.K)}$$

➤ Detention Time = 5 - 7 hari (O.K)

➤ Kedalaman Kolam = 2 m (O.K)

Sedangkan Desain Kriteria 1 - 2,5 m

➤ Konsentrasi BOD effluent

$$\frac{Le}{Li} = \frac{1}{1 + KT} x T / \text{hari} \rightarrow K_{20^\circ\text{C}} = 0,3/\text{hari (Konstanta)}$$

$$KT = 0,3 (1,05)^{T-20}$$

$$= 0,3 (1,05)^{22,5 - 20}$$

$$= 0,3389/\text{hari}$$

$$\frac{Le}{144 \text{ mg/l}} = \frac{1}{1 + 0,3389 / \text{hari}} x 5 \text{ hari}$$

$$= \frac{1}{2,6945} x T / \text{hari} \rightarrow$$

$$= 0,37113$$

$$\text{konsentrasi BOD effluent (Le)} = 0,37113 \times 144 \text{ mg/l}$$

$$= 53,443 \text{ mg/hari} > 50 \text{ (tidak O.K)}$$

8.1.3. Kolam Maturasi:

➤ Waktu detensi : 3 hari (O.K)

Desain Kriteria (3 - 7 hari)

➤ Kedalaman : 1,5 m (O.K)

➤ Desain Kriteria 1 - 1,5 m.

➤ Reduksi BOD:

➤ Konsentrasi BOD effluent

$$\frac{Le}{Li} = \frac{1}{1 + KT} x$$

$$Kt = K_{20} \theta \text{ (Konstanta Archenius).}$$

$$Kt = 0,30 (1,05)^{T-20}$$

$$T = 22,5^\circ\text{C}$$

$$K_t = 0,3 (1,05)^{22,5 - 20^\circ\text{C}}$$

$$= 0,3 \times 1,12973$$

$$= 0,4959$$

$$\text{Konsentrasi BOD Efluent (Le)} = 50 \text{ mg/l} \times 0,4959.$$

$$= 24,795 \text{ mg/l} \text{ } \nu 25 \text{ mg/l} < 30 \text{ mg/l (tidak O.K.)}$$

➤ Luas Kolam

$$\text{Debit} = 80.835 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$T = 3 \text{ hari}$$

$$\text{Volume} = Q \times T$$

$$= 80.835 \text{ M}^3/\text{hari} \times 3 \text{ hari}$$

$$= 242.505 \text{ m}^3$$

$$\text{volume} = \text{Luas} \times \text{Kedalaman (T)}$$

$$\text{Luas A} = \frac{242.505}{1,5 \text{ m}}$$

$$= 16.1670 \text{ m}^2$$

$$= 16,167 \text{ Ha.}$$

$$\text{Untuk 2 kolam} = 32,33 \text{ Ha} \cong 32,33 \text{ ha (O.K.)}$$

➤ Pengecekan Fecalcoli:

$$N_e = \frac{N_i}{1 + k_b \cdot t}$$

$$K_b = 2,6 \times (1,19)^{T-20}$$

$$T = 22,5^\circ\text{C}$$

$$K_b = 2,6 \cdot (1,19)^{22,5-20}$$

$$= 2,6 \cdot 1,45$$

$$= 4,017/\text{hari}$$

$$5000/100 \text{ ml} = \frac{N_i}{1 + 4,017 / \text{harix} 3 \text{ hari}}$$

$$5000 = \frac{N_i}{1 + 12,051}$$

$$N_i = 5000 \times (1 + 12,051)$$

$$N_i = 5000 \times 13,051$$

$$= 65255 \text{ bakteri}/100 \text{ ml}$$

$$= 65,255 \times 10^3$$

$$= 6,5 \times 10^4$$

Ada dua buah kolam maturasi

cek jumlah bakteri yang keluar dari kolam:

$$N_e = \frac{N_i}{(1 + Kbt_1)(1 + Kbt_2)}$$

$$5.000 = \frac{N_i}{(13,051)(13,051)}$$

$$5000 = \frac{N_i}{170,33} \Rightarrow N_i = 5000 \times 170,33$$

= 851.650 bakteri/100ml (jumlah bakteri yang masuk kekolam maturasi \Rightarrow yang eluar ke kolam Fakultatif

$$\text{Fakultatif: } N_e = \frac{N_i}{(1 + Kbt_1)(1 + Kbt_2)}$$

$K_b = 4,017/\text{hari}$

$t = 7 \text{ hari}$

$$851.650 = \frac{N_i}{(1 + 4,017 \times 7)(1 + 4,017 \times 7)}$$

$$851.650 = \frac{N_i}{(29,119)(29,119)}$$

$$851.650 = \frac{N_i}{847,92}$$

Jumlah bakteri yang masuk kolam fakultatif:

$$N_i = 847,92 \times 851.650$$

= 722.127.661 bakteri (yang masuk ke kolam fakultatif

= 7×10^8 bakteri/100ml (yang keluar ke kolam anaerobik)

Jumlah bakteri yang masuk kekolam anaerobik:

$$N_e = \frac{N_i}{1 + 4,017 \times 2)(1 + 4,017 \times 2)(1 + 4,017 \times 2)}$$

$$= \frac{N_i}{(9,034)(9,034)(9,034)}$$

$$= 7 \times 10^8 \times 27,102$$

$$= 1,89714 \times 10^{10} \text{ (jumlah bakteri yang masuk ke kolam Anaerobik)}$$

Tabel. 8.2. Kesimpulan pengecekan dengan desain kriteria

No	Parameter	Kolam Proses			Satuan	Desain Kriteria		
		An	F	M		An	F	M
1	Debit	80.835	80.835	80.835	M ³ /hari	80.835 OK	80.835 OK	80.835 OK
2	Debit Volumetrik	275	300	-	gr.BOD/m ³ /hari	275 OK	20,57 TIDAK OK	15 TIDAK OK
3	BOD Influent	360	144	50	Mg/lt	360 OK	144 OK	25 Tidak OK
4	Total Beban Organik	20.100	11.640	50	gr.BOD/m ³ /hari	29.100 Tidak OK	11.640 OK	8.750 Tidak OK
5	Detention Time	2	5 – 7	3	Hari	2 OK	5-7 OK	3 OK
6	Kedalaman Kolam	4	2	1,5	M	4 OK	2 OK	1,5 OK
7	Luas Area	4,04	29,8	32,5	Ha	4,04 OK	28,29 TIDAK OK	32,33 Tidak OK
8	Temperatur	22,5	22,5	22,5	°C	22,5 OK	22,5 OK	22,5 OK
9	BOD Effluent	144	50	30	Mg/lt	144 OK	Tidak Ok 53	25 TIDAK OK
10	Fecalcoli	10 ⁸	-	5.000	Mpn/100ml	1,8. 10 ¹⁰ TIDAK OK	851.650 TIDAK OK	5000 Ok

Sumber :Hasil Analisa

8.2.PEMERIKSAAN LUMPUR (SEDIMENTASI)

Lumpur yang dihasilkan berasal dari kolam Anaerobik yang merupakan proses tahap pertama pengolahan biologi.

Kolam Anaerobik yang dioperasikan adalah kolam Anaerobik set B yang terdiri dari 3 kolam yaitu Anaerobik 1,2 dan 3. Kolam ini sangat dominan yang berfungsi sebagai kolam pertama untuk proses stabilisasi jadi perlu diukur kedalaman lumpur karena mengganggu proses stabilisasi yaitu fotosintesa.

8.2.1. DIMENSI KOLAM ANEROBIK

- Kolam Anaerobik 1 b: (Hasil pengukuran di lapangan)**

Panjang : 141.50 meter

Lebar : 89.35 meter

UPT-PUSTAK-UNDIP

Kedalaman Maximal. : 3.50 meter

Volume : 44.250 m³

• **Kolam Anaerobik 2b:**

Panjang : 141.50 meter

Lebar : 89.35 meter

Kedalaman Maximal. : 3.50 meter

Luas : 2,64 Ha

Volume : 44.240 m³

• **Kolam Anaerobik 3 b:**

Panjang : 141.50 meter

Lebar : 106.20 meter

Kedalaman Maximal. : 3.50 meter

Luas : 1,502 Ha

Volume : 52507 m³

Jadi luas kolam anaerobic = 4,03 Ha = luas Desain Kriteria = 4,04 Ha

8.2.2. VOLUME KOLAM ANAEROBIK

Berdasarkan hasil pengukuran dilapangan yang meliputi:

- Dimensi kolam
- Tinggi Air
- Ketebalan Lumpur

Maka diperoleh volume kolam yang diikuti dengan perhitungan volume lumpur

Data Hasil Perhitungan Volume Kolam di Lapangan

Tabel. 8.3. Perhitungan Volume

LOKASI	VOLUME KOLAM (M ³)	VOLUME LUMPUR (M ³)	VOLUME AIR (M ³)
Anaerobik 1	28.608,67	7.194,30	21414,37
Anaerobik 2	25.314,90	8.317,84	16997,06
Anaerobik 31	32847,27	10.663,19	22.184,08

8.2.3. VOLUME LUMPUR

Volume Lumpur kolam anaerobic hasil pengukuran adalah bervariasi sesuai dengan beban air buangan yang masuk setiap hari.

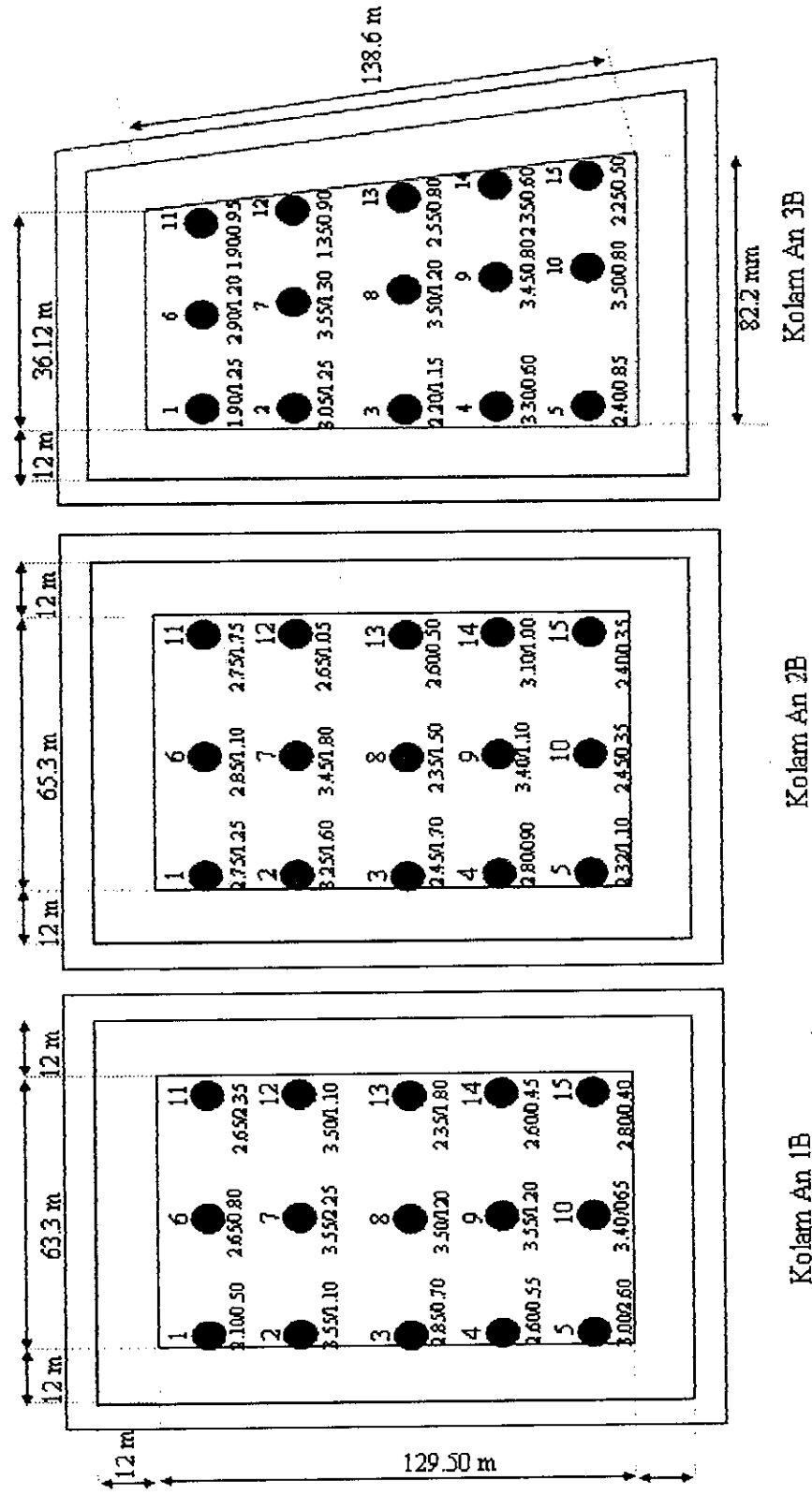
Jumlah Lumpur yang dihasilkan adalah sebesar 26.175,30 m³ dengan volume rata-rata setiap kolam 8.725,1 m³. (Volume Lumpur dalam keadaan basah).

Sedangkan volume Lumpur dalam bentuk kering sesuai hasil analisa laboratorium adalah 85 % berat basah sehingga secara keseluruhan jumlah Lumpur dalam bentuk kering adalah sebanyak 22.249 m³ (lihat gambar 6.1 dan tabel 6.4)

8.3. Kondisi Kolam Hasil Survei Lapangan.

- a. Kolam Anaerobik: sampah-sampah plastik (plastik Aqua) banyak mengambang di kolam serta lumut-lumut hijau sehingga kolam perlu dibersihkan secara rutin.
- b. Kolam Fakultatif ada aliran dari saluran drainase jalan masuk ke kolam sehingga mengganggu proses oksidasi di kolam
- c. Kolam Maturasi ada kebocoran sehingga memerlukan penutupan dengan pasangan batu kali (lining)
- d. Perlindungan Kolam banyak pagar yang rusak sehingga area kolam dibuat oleh masyarakat setempat untuk penembalaan kerbau, domba dan kambing sehingga menimbulkan kebocoran pada kolam
- e. Tidak ada papan larangan penggembalaan sehingga masyarakat bebas untuk menggunakan area kolam menjadi tempat penggembalaan.

LOKASI TITIK PENGUKURAN KETINGGIAN LUMPUR PADA KOLAM ANAEROBIK SET B



Gambar 6.1 Kolam Anaerobik

Tabel 8.4.

**DATA PENGUKURAN KETINGGIAN LUMPUR
PADA KOLAM ANAEROBIK SET B**

Trik Pengukuran	ANAEROBIK 1B			ANAEROBIK 2B			ANAEROBIK 3B		
	Kedalaman Kolam (m)	Tinggi Air (m)	Tinggi Lumpur (m)	Kedalaman Kolam (m)	Tinggi Air (m)	Tinggi Lumpur (m)	Kedalaman Kolam (m)	Tinggi Air (m)	Tinggi Lumpur (m)
1	2.10	1.60	0.50	2.75	1.50	1.25	1.90	0.65	1.25
2	3.55	2.55	1.10	3.25	1.85	1.60	3.05	1.85	1.25
3	2.65	2.15	0.70	2.45	0.75	1.70	2.20	1.15	1.05
4	2.60	2.05	0.55	2.80	1.90	0.80	3.30	2.70	0.60
5	3.00	2.60	0.40	2.32	1.22	1.10	2.40	1.55	0.85
6	2.65	1.85	0.80	2.85	1.75	1.10	2.90	1.70	1.20
7	3.55	2.25	1.30	3.45	1.65	1.80	3.55	2.25	1.30
8	3.50	2.30	1.20	2.35	0.65	1.50	3.50	2.30	1.20
9	3.55	2.35	1.20	3.40	2.30	1.10	3.45	2.85	0.80
10	3.40	2.30	0.65	2.45	2.10	0.75	3.50	2.70	0.80
11	2.65	0.30	2.35	2.75	1.75	1.00	1.90	0.95	0.95
12	3.50	2.40	1.10	2.65	1.65	1.05	1.35	0.45	0.90
13	2.35	1.80	0.55	3.10	2.10	1.00	2.55	1.75	0.80
14	2.80	2.15	0.45	2.80	2.10	0.50	2.35	1.76	0.60
15	2.80	2.40	0.40	2.40	2.05	0.35	2.25	1.77	0.50
Rata-rata			0.60	Rata-rata		1.09	Rata-rata		0.94

$$N = 15, \bar{X} = \sum \frac{XI}{N} = 0,88$$

$$\sum X = 16,88$$

$$\sum X = 14,15$$

$$S = 0,516$$

$$\bar{X} = 1,12$$

$$\bar{X} = 0,943$$

$$S = 0,4204$$

$$S = 0,2513$$

Pengujian Hipotesis $H_0: \mu = 0,50$

$$H_0: \mu \neq 0,50$$

Kolam anaerobik 1n = 15; $\bar{x} = 0,88$; $s = 0,5167$ nilai statistik : $th = \frac{0,88 - 0,50}{0,5167 / \sqrt{15}} = 2,85$

Untuk $\alpha = 0,05$ dan $dk = 14$ dari tabel statistik didapat $t = 0,95, 14 = 1,76$

Keputusan karena $th = 2,85 > t_{tab} 1,76$ maka H_0 ditolak. Jadi ketebalan lumpur telah melampaui batas yang diijinkan 0,25 s/d 0,50 m perlu penanggulangan yaitu penggalian lumpur telah melampaui batas yang diijinkan 0,25 s/d 0,50 m perlu penanggulangan yaitu penggalian lumpur dari kolam akibat ketebalan lumpur melampaui batas yang diijinkan maka kinerja kolam belum optimal. Demikian juga kolam anaerobik 2 dan kolam anaerobik 3 ketebalan lumpur melampaui batas yang diijinkan maka kinerja kolam belum optimal.

8.3. Evaluasi Analisa Kualitas Air

Analisa kualitas air di analisa berdasarkan pengolahan data terbaru selama satu tahun yaitu tahun 2003.

8.3.1. Syarat Baku Mutu PH : 6-9

Analisa statistik lihat tabel 8.5

Data PH: N=11: untuk syarat PH: 8-9 (Standar baku mutu \)

Tabel 8.5

No	Bulan	Anaerobik		Fakultatif		Maturasi	
		In	Out	In	Out	In	Out
1	Januari	7,13	6,9	6,9	8,57	8,57	9,49
2	Februari	6,91	7,09	7,09	7,2	7,2	8,37
3	Maret	6,94	7,69	7,69	8,36	8,36	8,76
4	April	6,25	6,49	6,49	8,13	8,13	8,35
5	Juni	6,96	7,1	7,1	8	8	8,59
6	Juli	6,71	7,91	7,91	8,10	8,10	8,97
7	Agustus	6,85	7,20	7,20	7,50	7,50	7,65
8	September	7,24	7,18	7,18	7,90	7,90	8,50
9	Oktober	6,96	6,36	6,36	8,20	8,20	8,91
10	November	8,9	7,18	7,18	8,54	8,54	8,97
11	Desember	6,98	7,06	7,06	7,72	7,72	8,71
$\sum x$		77,83	78,16	78,16	88,22	88,22	9,09
\bar{x}		7,08	7,11	7,11	8,02	8,02	8,64
S		0,6562	0,4459	0,4459	0,4227	0,4227	0,4588

Sumber : Hasil analisa

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}; s = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

untuk standar rata-rata th 6-9 (sesuai dengan standar baku mutu)

pengujian dengan $\alpha=0,05$ dan dk 10 didapat interval rata-rata: Kolam Maturasi:

a. Inlet dengan n=11, $\bar{x}=8,02$ s=0,4227 didapat :

$$\text{Batas Atas; BA} = \bar{x} + t \frac{1}{2} \text{adk.s} / \sqrt{n} = 8,02 + 2,25.0,4427\sqrt{11} = 9,48$$

$$\text{Batas Bawah; BB} = \bar{x} - t \frac{1}{2} \text{adk.s} / \sqrt{n} = 8,02 - 2,25.0,4427\sqrt{11} = 6,56$$

Maka interval rata-rata PH pada kolam Maaturasi adalah 6,56-9,48.

Kondisi ini sudah tidak optimal karena sudah melebihi ambang batas 6-9, <9,48

b. Outlet

Dengan n=11 $\bar{x}=8,02$ s=0,488 didapat :

$$\text{Batas atas BA} = \bar{x} + t \frac{1}{2} \text{adk.s} / \sqrt{n} = 8,64 + 2,25.0,4588\sqrt{11} = 12,08$$

$$\text{Batas bawah: BB} = \bar{x} - t \frac{1}{2} \text{adk.s} / \sqrt{n} = 8,64 - 2,25.0,4427\sqrt{11} = 5,21$$

Maka interval rata-rata pada outlet kolam maturasi adalah 5,21-12,08.

Kondisi ini belum optimal karena melebihi ambang batas 6-9 <= 12,08 dari analisa statistik diatas maka kinerja kolam belum optimal karena PH di outlet melebihi ambang batas yaitu 6-9<12,08

8.3.2. Syarat baku mutu BOD = 6.

Analisa statistik dapat dilihat dari tabel 8.6

Tabel 8.6. Kondisi BOD di Kolam

No	Bulan	Anaerobik		Fakultatif		Maturasi	
		Inlet	Outlet	Inlet	Outlet	Inlet	Outlet
1	Januari	180	150	150	80	80	50
2	Februari	220	160	160	95	95	55
3	Maret	200	180	120	90	90	60
4	April	200	120	120	103	103	60
5	Juni	250	180	180	170	170	50
6	Juli	220	120	92	71,20	71,20	50
7	Agustus	220	200	200	140	140	50
8	September	220	120	120	70	70	50
9	Oktober	250	226,60	226,60	60	60	50
10	November	190	80	80	75	75	57,5
11	Desember	210	128,33	128,33	85	56,8	54,75
$\sum x$		2360	1664,93	1576,93	1039,2	1011	587,25
\bar{x}		214,55	151,35	143,36	94,47	91,91	53,39
S		22,074	42,798	45,073	32,981	34,835	4,215

Sumber: Hasil Analisa Statistik

Hipotesis yang diuji : $H_0 \mu \text{ BOD} = 6$

$H_A: \mu \text{ BOD} \neq 6$

Untuk standar rata-rata BOD = 6, kemudian dengan $\alpha=0,05$ dan $dk=10$ didapat interval rata-rata.

Pengujian kepada kolam Maturasi Outlet. $N=11$ $\bar{x}=53,39$, $s=4,215$.

Batas atas : $BA = \bar{x} + t \frac{1}{2} adk.s / \sqrt{n} = 53,39 + 2,23.4,215\sqrt{11} = 84,56$

Batas bawah: $BB = \bar{x} - t \frac{1}{2} adk.s / \sqrt{n} = 53,39 - 2,23.4,215\sqrt{11} = 22,21$

Interval rata-rata BOD pada kolam Maturasi di Outlet adalah 22,21-84,56. maka H_0 ditolak.

Kondisi ini tidak optimal bila ditinjau dari batasan yang ditentukan sesuai baku mutu standar BOD = 6

8.3.3 Syarat Baku Mutu Fecal Coli sesuai dengan standar baku mutu =10.000

Analisa statistik dapat dilihat pada tabel 8.7

Tabel 8.7

No	Bulan	Anaerobik		Fakultatif		Maturasi	
		In	Out	In	Out	In	Out
1	Januri	2,810 ⁹	2,10 ⁹	2,10 ⁹	15,10 ⁵	15,10 ⁵	4,10 ⁴
2	Februari	30,10 ⁹	0,310 ⁹	0,310 ⁹	0,9310 ⁵	0,9310 ⁵	0,610 ⁴
3	Maret	110,10 ⁹	0,5310 ⁹	0,5310 ⁹	7,10 ⁵	7,10 ⁵	0,710 ⁴
4	April	100,10 ⁹	0,5310 ⁹	0,5310 ⁹	7,10 ⁵	7,10 ⁵	0,710 ⁴
5	Juni	11,10 ⁹	0,2610 ⁹	0,2610 ⁹	0,0910 ⁵	0,0910 ⁵	0,310 ⁴
6	Juli	1,610 ⁹	1,210 ⁹	1,210 ⁹	190,10 ⁵	190,10 ⁵	12,10 ⁴
7	Agustus	1,10 ⁹	1,10 ⁹	1,10 ⁹	110,10 ⁵	110,10 ⁵	700,10 ⁴
8	September	110,10 ⁹	1,10 ⁹	1,10 ⁹	900,10 ⁵	900,10 ⁵	800,10 ⁴
9	Oktober	21,10 ⁹	0,0610 ⁹	0,0610 ⁹	6000,10 ⁵	6000,10 ⁵	1,10 ⁴
10	Nopember	2,10 ⁹	0,7510 ⁹	0,7510 ⁹	430,10 ⁵	430,10 ⁵	1,310 ⁴
11	Desember	0,310 ⁹	0,2210 ⁹	0,2210 ⁹	3000,10 ⁵	3000,10 ⁵	0,510 ⁴
		389,8010 ⁹	7,85.10 ⁹	6,662.10 ⁹	10674,9310 ⁴	1064,6210 ⁵	1521,110 ⁴
		35,44.10 ⁹	0,71.10 ⁹	0,61.10 ⁹	970,4510 ⁵	967,310 ⁵	138,310 ⁴
		46,76.10 ⁹	0,563.10 ⁹	0,581.10 ⁹	1889,0210 ⁵	1890,710 ⁵	303,2910 ⁴

Sumber Hasil Analisa

Hipotesis yang diuji H₀: μ Fecol = 10.000

H_A: μ Fecol = 10.000

Untuk standar rata-rata Fecalcoli = 10.000 pengujian dengan $\alpha=0,05$ dan dk =10 didapat interval rata-rata

Pengujian pada kolam Maturasi Outlet n=11 \bar{x} 138,3.10⁴ S = 303,29.10⁴

Batas atas :BA= $\bar{x} + t \frac{1}{2} adk.s / \sqrt{n} = 1521,21.10^4 + 2,23.303,29.10^4 \sqrt{11} = 1837.10^4$

BatasBawah:BB

= $\bar{x} - t \frac{1}{2} adk.s / \sqrt{n} = 1521,21.10^4 - 2,23.303,29.10^4 \sqrt{11} = 975.10^4$

Jadi interval rata-rata pada kolam Maturasi di Outlet adalah 975.10⁴-1837.10⁴

Maka, H₀ ditolak kondisi ini tidak optimal bila ditinjau dari batasan yang ditentukan sesuai baku mutu standar fecalcoli = 10.000.

Selanjutnya hasil evaluasi parameter & desain kriteria dan hasil analisa laboratorium dapat dilihat pada tabel 8.8.

Tabel 8.8.

Evaluasi Desain Parameter & Desain Kriteria dan Hasil Analisa Laboratorium

No	Parameter	Desain Parameter			Satuan	Desain Kriteria			Hasil Analisa Laboratorium		
		An	F	M		An	F	M	An	F	M
1	Debit	80.835	80.835	80.835	m ³ /hari	80.835 Ok	80.835 Ok	80.835 Ok	-	-	-
2	Debit Volumetrik	275	300	-	gr.BOD/m ³ /hari	275 Ok	20,57 Tidak Ok	- Tidak Ok	-	-	-
3	BOD Influent	360	144	50	Mg/lit	360 Ok	144 Ok	75 Tidak Ok	214,55 Ok	138,81 Ok	91,91 Tidak Ok
4	Total Beban Organik	20.100	11.640	50	gr.BOD/m ³ /hari	29.100 Tidak Ok	11.640 Ok	8.750 Tidak Ok	-	-	-
5	Detention Time	2	38,173	3	Hari	2 Ok	38,173 Ok	3 Ok	-	-	-
6	Kedalaman Kolam	4	2	2	M	4 Ok	2 Ok	1,5 Ok	-	-	-
7	Luas Area	4	30	33	Ha	4,04 Ok	28,29 Tidak Ok	32,33 Tidak Ok	-	-	-
8	Temperatur	23	23	23	°C	22,5 Ok	22,5 Ok	22,5 Ok	27,56 Tidak Ok	27,84 Tidak Ok	28,78 Tidak Ok
9	BOD Effluent	144	50	30	Mg/lit	144 Ok	Tidak Ok 53	25 Tidak Ok	151,38 Tidak Ok	94,47 Tidak Ok	53,39 Tidak Ok
10	Fecakoli	108	-	5.000	Mpn/100ml	1,8.10 ¹⁰ Tidak Ok	851.650 Tidak Ok	5000 Ok	28,10 ⁹ Tidak Ok	19,10 ⁶ Tidak Ok	10,10 ² Tidak Ok

Sumber : Hasil Analisa

8.4. Evaluasi Volume Kolam sesuai dengan desain parameter kapasitas = 80.835 m³ perhari, lihat tabel 8.9.

Tabel 8.9

Volume Harian Rata-rata Operasional Instalasi Pengolahan Tahun 2003

NO	Bulan	Jumlah Air yang diolah	Volume Ber.	Efisiensi
		(m ³ / hari)	Desain parameter	(%)
1	Januari	22.135	80.835	27,38
2	Pebruari	21.210	80.835	26,23
3	Maret	21.500	80.835	26,59
4	April	23.175	80.835	28,66
5	Mei	-	-	-
6	Juni	19.715	80.835	24,38
7	Juli	14.701	80.835	18,18
8	Agustus	13.910	80.835	17,2
9	September	11.770	80.835	14,56
10	Oktober	14.980	80.835	18,53
11	November	18.250	80.835	22,57
12	Desember	19.325	80.835	23,9
Σ		200.671		
\bar{X}		18.243		
S		2.235		

Hipotesis yang diuji H₀: $\mu \text{ Vol} = 80.835 \text{ m}^3 \text{ perhari}$

Sumber: Hasil Analisa PDAM

HA: $\mu \text{ Vol} \neq 80.835 \text{ m}^3 \text{ perhari}$

Pengujian volume yang masuk pada kolam: $n=11, \bar{X}=18.243 \text{ m}^3 \text{ perhari } S=2.235$

Batas atas : $BA=\bar{x} + t \frac{1}{2} adk.s / \sqrt{n} = 18.243 + 2,23.2.235\sqrt{11} = 22.175$

Batas bawah : $BB=\bar{x} - t \frac{1}{2} adk.s / \sqrt{n} = 18.243 - 2,23.2.235\sqrt{11} = 16.250$

Jadi interval rata-rata volume harian adalah $16.250-22.175 \text{ m}^3 \text{ perhari}$, maka H_0 ditolak kondisi ini **belum optimal** bila ditinjau dari desain parameter $80.835 \text{ m}^3 \text{ perhari}$

8.5. Hasil Penelitian

8.5.1. Komparasi Desain Kriteria & Parameter Desain

Evaluasi antara desain kriteria dan parameter desain Instalasi Pengolahan Air Limbah Bojongsoang tidak ada perbedaan yang signifikan kecuali luas areal kolam fakultatif pada desain kriteria = 28,29 Ha. Dan para meter desain = 29,8 Ha perbedaan hanya 1,51 Ha.

8.5.2. Evaluasi Komparasi Desain Parameter & Hasil Analisa Laboratorium.

Evaluasi hasil analisa laboratorium dengan desain parameter & Desain Kriteria terdapat perbedaan yang signifikan terutama dalam parameter Ph, BOD dan Fecalcoli

8.5.3. Pengecekan Lumpur (Sedimentasi) di Kolam Anaerobik.

Ketinggian (kedalaman lumpur) sudah melampaui batas yang di izinkan yaitu 0,25-0,50 m, sehingga sudah mengganggu siklus proses stabilisasi secara biologi. Kolam Anaerobik adalah kolam pertama yang harus dijaga kondisinya antara lain tidak terjadi sedimentasi dan kebocoran.

8.5.4. Evaluasi Kualitas Air

Kualitas air tidak memenuhi syarat untuk golongan C, dimana air yang sudah diolah dimanfaatkan untuk pertanian dan perikanan dimana kualitas air Ph di Outlet kolam Maturasi antara $6-12,8 > 6-9$, BOD outlet kolam maturasi adalah $53,9 > \text{dari } 6$ Fecalcoli dioutlet kolam Maturasi adalah $138,3.10^4 > 10.000$.

8.5.5. Evaluasi Volume Harian yang masuk ke Kolam.

Volume harian rata-rata yang masuk kekolam = $18.243 \text{ M}^3 / \text{Hari} < 80.835 \text{ M}^3 / \text{Hari}$.

8.5.6. Evaluasi Kinerja Kolam

Berdasarkan hasil analisa kualitas air tahun 2003 (**lihat table 8.10**), maka kinerja kolam anaerobik, kolam fakultatif, kolam maturasi, (**dapat dilihat perparameter pada tabel 8.10**) Secara keseluruhan kinerja kolam IPAL Bojongsoang tidak bisa dijumlah karena berbeda parameter. Dari hasil analisa dan evaluasi kinerja kolam maka kinerja kolam IPAL Bojongsoang belum optimal.

TABEL 8.10. DATA RATA-RATA KUALITAS AIR DI KOLAM OKSIDASI
IPAL BOJONGSOANG TAHUN 2003

NO	PARAMETER	SATUAN	ANAEROB		Efisiensi (%)	FAKULTATIF		Efisiensi (%)	MATURASI		Efisiensi (%)	Efisiensi (Inlet An-Outlet Mat)
			Inlet	Out Let		Inlet	Out Let		Inlet	Out Let		
I. FISIK												
1	Suhu	OC	27,56	27,21	1,27	27,18	27,88	-2,58	27,88	28,78	-3,23	-4,43
2	Warna	-	Keruh hitam	Keruh		Hijau	Hijau		Hijau	Hijau		
3	Conductivity	uhos/cm	548,27	511,80	6,65	511,80	427,91	16,39	427,91	358,86	16,14	34,55
II. KIMIA												
1	pH	-	7,08	7,17	-1,27	7,17	7,10	0,98	7,10	7,00	1,41	1,13
2	Alkalinitas	mg/l	211,45	159,27	24,68	152,17	156,27	-2,69	156,27	141,32	9,57	33,17
3	kesedahan Total	mg/l	tt	tt		tt	tt		tt	tt		
4	Kalsium	mg/l	tt	tt		tt	tt		tt	tt		
5	Ammoniak	mg/l	tt	tt		tt	tt		tt	tt		
6	Nitrat	mg/l	7,16	8,01	-11,87	8,01	7,16	10,61	7,16	5,39	24,72	24,72
7	Nitrit	mg/l	1,46	1,24	15,07	1,24	1,23	0,81	1,23	1,16	5,69	20,55
8	Chlorida	mg/l	77,36	60,12	22,29	60,12	55,09	8,37	55,09	47,32	14,10	38,83
9	Sulfate	mg/l	19,06	16,37	14,11	16,37	10,99	32,86	10,99	8,02	27,02	57,92
10	Phospate	mg/l	34,54	30,17	12,65	30,17	26,07	13,59	26,53	18,98	28,46	45,05
11	Besi	mg/l	4,47	2,92	34,68	2,92	2,08	28,77	2,08	1,97	5,29	55,93
12	Chromium	mg/l	0,38	0,31	18,42	0,31	0,27	12,90	0,27	0,24	11,11	36,84
13	Tembaga	mg/l	0,33	0,32	3,03	0,32	0,20	37,50	0,20	0,16	20,00	51,52
14	Mangan	mg/l	0,20	0,15	25,00	0,15	0,09	40,00	0,09	0,08	11,11	60,00
15	Seng	mg/l	tt	tt		tt	tt		tt	tt		
16	DO	mg/l	5,13	4,92	4,09	4,92	4,62	6,10	4,62	4,47	3,25	12,87
17	BOD	mg/l	214,55	151,36	29,45	151,36	94,47	37,59	94,47	53,39	43,48	75,12
18	COD	mg/l	256,36	171,33	33,17	171,33	112,55	34,31	112,55	65,12	42,14	74,60
III. BAKTERIOLOGI												
1	Coliform	mpn/100ml	10109,00	20108,00	-98,91	20108,00	9108,00	54,70	8103,00	4103,00	49,36	59,41
2	Fecal Coli	mon/100ml	28109,00	25108,00	10,68	25108,00	19106,00	23,90	19106,00	10,10	99,95	99,96

Sumber: Hasil Analisa Pengolahan Data Kualitas Air Limbah PDAM Bandung, 2003

Keterangan: tt = tidak teramati

BAB IX

KESIMPULAN DAN SARAN

9.1. Kesimpulan

1. Operasi dan Pemeliharaan IPAL Bojongsoang tidak dilaksanakan sebagaimana mestinya sesuai dengan Operasi dan Pemeliharaan yang ideal yang mengacu ke standard Operasi dan Pemeliharaan (SOP) instalasi pengolahan air limbah Bojongsoang.
2. Sebagai dampak dari Operasi dan Pemeliharaan yang tidak dilaksanakan sebagaimana mestinya maka kinerja kolam pengolahan belum optimal sesuai dengan maksud dan tujuan pengolahan air limbah (IPAL) yaitu untuk mereduksi (mengeleminasi) zat-zat pencemar sehingga dapat digunakan untuk kebutuhan pertanian dan perikanan, yang akhirnya dikembalikan ke badan air penerima (sungai).
3. Masalah yang paling dominan di kolam ialah masalah lumpur yaitu di kolam anaerobic dengan ketinggian 0,94 s/d 1 m sudah melewati ketinggian yang diizinkan 0,25 – 0,50m. Lumpur seharusnya tidak melebihi ketinggian tersebut supaya tidak mengganggu proses stabilisasi.
4. Kualitas air limbah sesudah diolah tidak memenuhi standard baku mutu golongan C yang dikeluarkan oleh Gubernur Propinsi Jawa Barat maupun standard baku mutu air limbah dan standard baku mutu no. PP 82 tahun 2001
5. Hasil analisa laboratorium PDAM Bandung menunjukkan bahwa analisis data tahun 2003 dimana BOD inlet = 214,55 mg/l di outlet 53,39 mg/l; COD di inlet = 256 mg/l ; di outlet = 65,12 mg/l ; fecalcoli di inlet = $28 \cdot 10^9$ mpn/100 ml, di outlet = $10 \cdot 10^3$ mpn/100 ml.
6. Volume harian yang selama ini diolah belum memenuhi sesuai dengan desain awal yaitu 80.835 m^3 . hal ini terjadi karena air buangan domestic dari rumah tangga belum semuanya disalurkan ke pipa induk (Trunk Sewer).

9.2. Saran

1. Operasi dan Pemeliharaan supaya dilaksanakan dengan baik sebagaimana mestinya terutama dalam kolam anaerobik sebagai kolam pengolahan utama.

2. Lumpur yang ada di kolam anaerobic supaya dilaksanakan penggalian (Pengerukan) untuk memenuhi proses stabilisasi agar berjalan secara normal dan optimal. Ketinggian Lumpur mempengaruhi proses stabilisasi yaitu mengganggu fotosintesa dari sinar matahari dimana BOD pada dasar kolam anaerobik = 0.
3. Kerusakan-kerusakan yang terjadi sekarang ini di instalasi pengolahan supaya diperbaiki untuk mendapatkan hasil yang optimal
4. kebocoran dikolam fakultatif dan kolam maturasi supaya segera diatasi atau diberi pasangan batu. (Lining)
5. Dibuat papan peringatan yang berisi peraturan daerah agar masyarakat mematuhi dan sadar lingkungan.
6. pencurian air di kolam fakultatif dan maturasi supaya dicegah yaitu menutup lobang dengan membuat pasangan batu kali (lining)
7. Pompa ulir (screw Pump) segera diperbaiki. Seandainya pompa yang sedang berjalan rusak maka operasi akan semakin terganggu.
8. Pengembalaan kerbau, domba dan kambing supaya dilarang dengan membuat peraturan daerah dan sanksi, karena pengembalaan ini dapat merusak tanggul dan pagar kolam yang dapat mengakibatkan kebocoran.
9. Mengadakan penyuluhan pada masyarakat bahwa penggunaan air limbah ini berbahaya bagi kesehatan dan kehidupan manusia sebelum diadakan pengolahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsini, 1997, *Prosedur Penelitian*, Rineka Cipta Jakarta
- Badan Pusat Statistik Kota Bandung, 2002 *Kota Bandung Dalam Angka (Bandung City Infigures)*
- DPU, Direktorat Penyehatan Lingkungan Permukiman, 1989, *Materi Training PLP, Menunjang Program IUDP/P3KT*
- DPU, Direktorat Bina Tata Perkotaan dan Pedesaan, 1989, *Petunjuk Teknis Penyusunan Rencana Induk Sistim Perkotaan.*
- DPU, Kantor Wilayah Propinsi Jawa Barat, *Proyek Peningkatan Prasarana Permukiman Jawa Barat Optimalisasi Pendayagunaan Prasarana Air Limbah Kota Bandung PT. Sehat Pratama Sejati, Oktober 1997*
- DPU, *Implementasi Proyek-Proyek P3K T 1997 Kodya, Kab. Bogor PT. Asimur Utama Konsultan*
- DPU, Tingkat II Palembang, *Proyek Bantuan Pembangunan Prasana Dasar Permukiman/Penyehatan Lingkungan, Juli 1998, PT. Bina Asih Konsultan*
- Dimitrou HT, 1989, *An Integrated Approach to Urban Infrastructure Development, Ohio.*
- Furqon, 2002, *Statistik Terapan Untuk penelitian*, Alfabeta, Bandung
- Grigg Neil, 1986, *Urban Water Infrastructure (Planning, Management and Operations).* John Wiley & Sons, Inc; Canada.
- Hudson, W. Roland, Hass Ralp, & Udin , Waheed, 1997, *Infrastructure Management, Mc. Graw Hill Co., New York*
- Hindarko, S, Mei 2003, *Mengolah Air Limbah supaya tidak mencemari orang lain*, penerbit Esha Jakarta.
- HATHI, Seminar sehari 4 Desember 1999, *Tata Air Perkotaan Di Indonesia menghadapi Milenium ke- 3*
- Keputusan Menteri Pemukiman dan Prasarana Wilayah Nomor 534/KPS/M/2001, *Pedoman Penentuan Standar Pelayanan Mnimal Bidang Penataan Ruang, Perumahan, Pemukiman, dan Pekerjaan Umum*
- Kodoatie, Robert J., 1995, *Analisis Ekonomi Teknik, Andi, Yogyakarta*

- _____., 2003, *Manajemen dan Rekayasa Infrastruktur, Pustaka Pelajar Yogyakarta.*
- _____., 2002, *Hidrolika Terapan Aliran Pada Saluran Terbuka dan Pipa, Penerbit Andi Yogyakarta.*
- _____., 1995 *Analisis Ekonomi Teknik Penerbit Andi, Yogyakarta.*
- Mark J. Hammer *Water and Waste-Water Technology, Si Version. Jhon Wiley & Sons, Inc. New York Chichester Brisbane Toronto International Edition 2001.*
- Met Calf & Eddy, *Waste Water Engineering Treatment and Reuse, International Edition, 2003*
- Mustafid, 1999, *Statistik Terapan, Magister Teknik Sipil , Program Pascasarjana, Universitas Dipenogoro, Semarang.*
- MJ. Hammer (1986), "*Water and Waste Water Technology*, John Wiley & Sons.
- Pemerintah Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Barat Dinas Pekerjaan Umum Cipta Karya, *Evaluasi Pembangunan Prasarana Dasar Kota Bandung*
- Perusahaan Daerah kebersihan Kota Bandung, 2000 Laporan Bulanan Pengelolaan Sampah Kota Bandung
- Rukmana, Nana DW Steinberg, Florian & Van der Hoff, 1993. *Manajemen Pembangunan Prasarana Perkotaan PT. Pustaka LP3ES, Jakarta.*
- Sudjana, 1996, *Metode Statistik*, Tarsito, Bandung
- Sugiyono, 2002, *Statistik Untuk Penelitian*, Alfabeta, Bandung
- Suripin, 2003, *Drainase Perkotaan yang berkelanjutan*, Magister Teknik Sipil, Program Pascasarjana, Universitas Dipenogoro, Semarang.
- Tim Koordinasi Pembangunan Perkotaan, 1989, *Petunjuk Penyusunan Program Pembangunan Prasarana Kota Terpadu.*
- Universitas Dipenogoro, Program Pasca Sarjana, 2003, *Pedoman Penulisan Tesis Magister Teknik Sipil, UNDIP, Semarang.*